

Path.

679

9

Path.

Wingflosser

679⁹/₁₀

Ueber die

Vergiftung durch Leuchtgas

von

Dr. med. Carl Bergmann

aus

besonderer Berücksichtigung

der

Mikroskopie und Spectralanalyse.

Leipzig

Verlag

von J. F. Neumann

in Leipzig (Schöner)



Preis

Verlag von C. J. Meißel's Buchhandlung

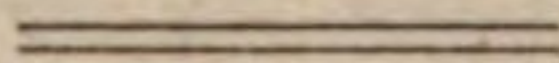
1883

12 - 1/4

Ueber die
Vergiftung durch Leuchtgas.



Dargelegt durch Experimente
mit
besonderer Berücksichtigung
der
Mikroskopie und Spectralanalyse.

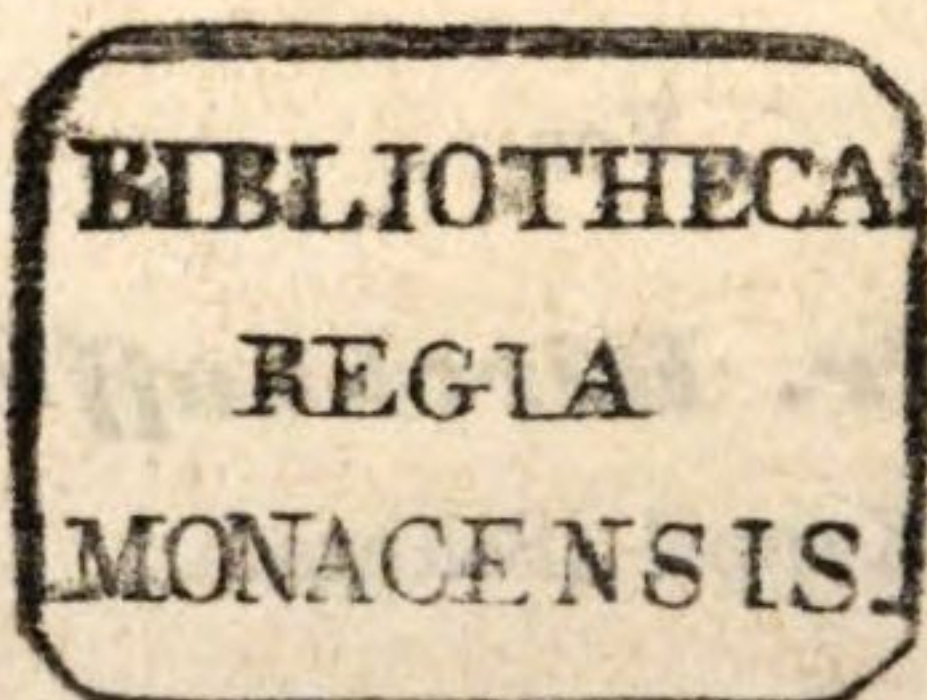


Von
Jul. Fr. Kirchhoffer
in Kappel (Schweiz).



Herisau.
Verlag von C. J. Meisel's Buchhandlung.
1868.

42 - BK.



VORREDE.

Die Vergiftung durch Leuchtgas ist trotz der vielfachen Unglücksfälle bis jetzt nur selten Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden, und selbst die neuesten Werke haben die für die Diagnose so wichtige Spectralanalyse unberücksichtigt gelassen. Auch die mikroskopischen Untersuchungen finden keine genaue Erörterung in den früheren Werken. In nachstehender Schrift wird der Leser eingehende mikroskopische und spectralanalytische Untersuchungen finden, welche die Diagnose der Leuchtgasvergiftung, die früher nur sehr unsicher war, als ganz sicher hinstellen. Aber nicht nur für die medizinische Welt, sondern auch für den Techniker wird die Arbeit Interesse bieten, weil in derselben eingehend die Uebelstände in den Gasfabriken erwähnt sind, durch die nicht selten Vergiftungen vorgekommen sind.

Möge die Abhandlung das Interesse des Mediziners erregen und dadurch zu neuen Forschungen aufmuntern; möge sie den Techniker bewegen, den in vorliegender Arbeit erwähnten Uebelständen abzuhelpfen.

KAPPEL (Schweiz), im August 1867.

Der Verfasser.

Bei den grossen Vorthailen, welche die Beleuchtung durch Leuchtgas bietet (z. B. Helligkeit, Controle des Consums, Bequemlichkeit, Reinlichkeit etc.), ist es erklärlich, dass sich dieselbe sowohl in den grösseren, wie in den kleineren Städten Eingang verschaffte, und nicht allein zur Beleuchtung von Strassen und öffentlichen Orten verwendet, sondern auch bis zum Comptoir und Studirtische geleitet wird. Allein bei dieser so ausgebreiteten Anwendung ist die Quelle zur Vergiftung durch Leuchtgas eine sehr grosse geworden, und bedarf desshalb dasselbe der Aufmerksamkeit der Sanitätsbehörde in erhöhtem Masse. Um leichter übersehen zu können, wo das Leuchtgas überall mit der Aussenwelt in Verbindung kommen kann und welche Stoffe im Leuchtgase es sind, die nachtheilig auf die organische Welt einwirken, will ich kurz die Fabrikation und chemische Zusammensetzung desselben erwähnen. Es handelt sich hier speziell um das aus Steinkohlen gewonnene Leuchtgas, da das aus Holz, Oel oder Harz etc. bereitete nur an einigen Orten noch gebrannt wird und fast dieselbe chemische Zusammensetzung hat.

Die Steinkohlen werden der trockenen Destillation unterworfen, indem man Retorten mit Steinkohlen füllt, durch einen Deckel luftdicht schliesst und sie 4 bis 6

Stunden, je nach der Einrichtung des Betriebes, der Glühhitze aussetzt; dann wird der Deckel geöffnet, die zurückbleibende Coke entleert und die Retorten wiederum gefüllt. Von der Retorte geht das Gas in die Vorlage und wird dann zur Abkühlung in ein Röhrennetz geleitet, welches senkrecht über einem unterirdischen Kasten steht, in dem sich Theer und Ammoniakwasser abscheidet. Dann geht das Gas durch den Waschapparat zum Reinigungskasten, um von Ammoniak und Schwefelwasserstoff gereinigt zu werden; von hier aus durch die Gasuhr, welche die Menge des erzeugten Gases anzeigt, zum Gasometer, der es dann durch Röhrennetze bis zur Verbrauchsstelle führt.

Die Steinkohle liefert bei ihrer Destillation eine Menge Verbindungen, die sich in drei Abtheilungen theilen lassen: 1) das Leuchtgas, 2) Theer und Ammoniak, 3) die Coke.

Die chemische Zusammensetzung des Leuchtgases besteht (nach N.H. Schilling, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, Seite 49) aus:

- | | | |
|---------------------|---|-----------------|
| 1) lichtgebenden, | } | Bestandtheilen. |
| 2) verdünnenden, | | |
| 3) verunreinigenden | | |

Kohlenwasserstoffdämpfe:

Benzin,

Naphtalin u. s. w.

Höhere Kohlenwasserstoffe von der Formel $C_n H_n$:

Oelbildendes Gas $C_4 H_4$.

Propylen $C_6 H_6$.

Diletryl (Batylen) $C_8 H_8$.

Grubengas $C_2 H_4$.

Wasserstoffgas H.

Kohlenoxydgas C. O.

}	Lichtgebende Bestandtheile.

Verdünnende Bestandtheile.

Kohlensäure C. O. 2.	} Verunreinigende Bestandtheile.
Ammoniak N. H. 3.	
Schwefelwasserstoff H. S.	
Schwefelkohlenstoff(?) C.S. 2	
Unwesentliche Bestandtheile:	
Cyan C. 2. N.	
Schwefelcyan H. O. 2. N. S. 2	
Stickstoff.	
Sauerstoff u. s. w.	.

Der Gehalt der einzelnen Bestandtheile, besonders der höheren Kohlenwasserstoffe, ist verschieden bei den verschiedenen Kohlen. Das Gas der Petton-Main-Kohlen enthält nach der Analyse von Prof. Frankland (Schilling, Seite 74) schwere Kohlenwasserstoffe 3,87 Vol. = 7,16 Vol. ölbild. Gas.

Grubengas	32,87,
Kohlenoxydgas	12,89,
Wasserstoffgas	50,05,
Kohlensäure	<u>0,32.</u>
	100,00.

In Nachstehendem wollen wir nun betrachten:

- I. Wo kann das Leuchtgas ohne zu verbrennen zur Aussenwelt treten.
- II. Welche Nachtheile auf die organische Welt hat das Leuchtgas beim Verbrennen
 - a) zum Leuchten,
 - b) zum Kochen,
 - c) zum Heizen.
- III. Welche Erscheinungen ruft das Leuchtgas in den Organismen hervor
 - a) in den Pflanzen,
 - b) in den Thieren,
 - c) in den Menschen,

} beobachtet durch eigene Experimente und belegt durch Beispiele aus der Literatur.

IV. Welche Massnahmen hat die Sanitätsbehörde zu treffen, um die Nachtheile, welche durch das Leuchtgas hervorgerufen werden, von der organischen Welt abzuhalten.

I.

Wo kann das Leuchtgas ohne zu verbrennen zur Aussenwelt treten?

Das Leuchtgas kann von der Retorte an, wo es aus den Steinkohlen fabrizirt wird, bis zum Endpunkte der Röhrenleitung, wo es zur Verbrennung gelangt, wenn an einer Stelle Undichtigkeiten sind, zur Aussenwelt treten. Ausserdem finden wir aber in der Gasfabrik zwei Stellen, wo das Leuchtgas zur Aussenwelt tritt, ohne dass undichte Stellen vorhanden sind. Es ist dies der Fall im Retortenhouse und in dem Raume, wo die Reinigungskasten stehen. Wenn der Deckel der Retorten zur Entleerung der Coke abgenommen wird, so strömt ein Theil des sich entwickelnden Gases nach aussen; um nun dieses ausströmende Gas unschädlich zu machen, wird es sofort beim Abheben des Retortendeckels entzündet, wobei sehr häufig durch die Mischung des Gases mit atmosphärischer Luft kleine unschädliche Explosionen stattfinden. Es verbrennt also das aus den Retorten ausströmende Gas und liefert, wie wir unten sehen, dann die Bestandtheile zur Verbrennung, wodurch es weniger schädlich wird. Wenn nun auch dieser kleine Uebelstand eine gute Ventilation

des Retortenhauses nicht absolut verlangen würde, so sind es doch viele andere Schädlichkeiten, z. B. das Entwickeln von Wasserdämpfen bei dem Löschen der entleerten Coke, das Entwickeln von schwefliger Säure, die hohen Temperaturgrade etc., welche durchaus darauf dringen müssen, dass das Retortenhaus gut ventilirt ist. «Man bringt desshalb meist auf den Retortenhäusern ein sogenanntes Laternendach an. (Schilling, Seite 127), d. h. über dem First des eigentlichen Daches in einiger Entfernung davon ein zweites kleines Dach, so dass zwischen beiden der ganzen Länge nach offener Raum bleibt, zugleich aber doch der Zweck der gänzlichen Eindachung erreicht ist.» Die Arbeiter im Retortenhause sind desshalb wohl nicht anderen Schädlichkeiten ausgesetzt, als die Feuerarbeiter überhaupt; wenigstens bestätigt sich dies in der Gasfabrik zu Köln, wo einige Arbeiter schon 12 Jahre im Retortenhause arbeiten, ohne dass sie besondere Nachtheile von dem Leuchtgase selbst erfahren hätten. — Beim Entleeren der Reinigungskasten entleert sich trotzdem, dass der Zufluss des Leuchtgases zu denselben im Momente der Reinigung abgesperrt ist, doch die Menge des Gases, welche sich im Kasten befindet. Ich war selbst beim Oeffnen eines Reinigungskastens zugegen, allein ich habe den Geruch des Leuchtgases fast gar nicht, dagegen den nach Ammoniak und Schwefelwasserstoff so stark empfunden, dass ich Hustenreiz und Augenthränen bekam. Die damit beschäftigten Arbeitsleute hatten weder Husten noch Augenthränen, und meinten, dass dies nur in der ersten Zeit der Fall sei. Ein Arbeiter, 60 Jahre alt, befand sich schon 8 Jahre ohne welche Klage am Reinigungskasten. Jedenfalls dürfte es zweckmässig erscheinen, nicht nach Abnahme des Deckels

sofort die Hürden, auf denen sich die Reinigungsmasse befindet, herauszunehmen, sondern einige Minuten zu warten, bis sich das im Kasten befindliche Leuchtgas entleert hat. Dass der Raum, in dem die Reinigungskasten stehen, gut ventilirt sein muss, bedarf wohl kaum der Erwähnung, ebenso, dass nur mit der Davy'schen Sicherheitslampe der Raum betreten werden darf, um Explosionen zu vermeiden. Der Raum, in dem sich die Reinigungskasten befinden, hat in der Neuzeit eine gewisse medizinische Bedeutung durch die Behandlung des Keuchhustens erlangt. Es ist hier aber nicht das Leuchtgas selbst, sondern das Ammoniak und Schwefelwasserstoffgas, welches von den Kranken eingeathmet wird. Die in der allg. Wiener Ztg. 1865 Nr. 5 und 6 angegebenen statistischen Nachrichten sprechen sich ganz günstig für die Resultate der Behandlung des Keuchhustens durch Einathmungen am Reinigungskasten aus; bei den in Köln stattgefundenen Versuchen wurden unter 33 Fällen 19 in durchschnittlich 15 Tagen geheilt, 2 starben und 12 setzten wegen Complicationen die Einathmungen aus. Wenn nun auch dieses anscheinend günstige Resultat erst durch weitere Beobachtungen constatirt werden muss, so scheint mir doch bei der Einathmung am Reinigungskasten grosse Vorsicht anzuwenden zu sein, und jedenfalls dürfte Niemand ohne Aufsicht des Arztes einathmen, wie es fast immer geschieht, noch weniger die Kinder auf den Rath eines Laien zum Reinigungskasten getragen werden. In der Wiener allg. Ztg. 1865 Nr. 6 steht: «Von einer Gefährlichkeit dieser Inhalationen kann nie und nimmer die Rede sein, und wenn sie nichts nützen, schaden können sie gewiss nicht.» Wer die grosse Schädlichkeit des Ammoniak und Schwefel-

wasserstoffgases kennt, wird ein richtiges Urtheil über diesen Ausspruch fällen. Undichte Stellen können natürlich sowohl im Waschapparat, wie im Gasometer, als auch im Röhrensystem der Gasfabrik selbst vorkommen; dieselben werden jedoch, da fortwährend Sachkundige in der Anstalt sind, sehr bald entdeckt werden. Es ist hier nur die Vorschrift zu befolgen, dass alle überbauten Lokalitäten, in denen die Ausströmung von Leuchtgas möglich ist, nur mit der Davy'schen Sicherheitslampe betreten werden dürfen, um eine etwaige Explosion zu verhindern, denn das Leuchtgas, mit atmosphärischer Luft gemischt, fängt im Verhältniss 1 : 4 an zu explodiren, und die Explosion steigert sich mit dem Procentgehalt der Luft und hört bei 1 : 20 wieder auf. Dass sich die Mischungsverhältnisse von 1 : 4 bis 1 : 20 in einem überbauten Raume leichter als in einem offenen bilden können, versteht sich von selbst, und desshalb leuchtet auch die Unzweckmässigkeit, den Gasometer zu überbauen, um ihn vor Feuersgefahr zu schützen, vollständig ein. Undichtigkeiten im Gasometer gehören wohl zu den Seltenheiten, würden aber keinen Schaden zufügen können, d. h. bei unüberbauten, da sich das Leuchtgas schnell mit der Atmosphäre mischt und wenn man mit dem Lichte die lecke Stelle berührt, dasselbe ebenso brennen würde, wie jede andere Gasflamme. Grosse Nachtheile kann das Ausströmen des Gases aus Gasometern bringen, die überbaut sind, einmal durch das Einathmen des Leuchtgases und zweitens durch Explosion. Es sind daher überbaute Gasometer vollständig zu verwerfen. Am gefährlichsten aber für die Organismen sind die Röhrensysteme, und durch das Ausströmen des Gases aus diesen sind die meisten Vergiftungsfälle entstanden.

Ein gutes Röhrensystem sollte ohne Undichtigkeiten sein; allein dieser Anforderung dürfte wohl kein Röhrensystem absolut genügen, da zu viele Einflüsse auf dasselbe einwirken, die sich gar nicht abhalten lassen.

«Hieher gehören (Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, XII. 541. Schnuhr) zunächst die Temperaturveränderungen in den verschiedenen Jahreszeiten. Die Röhren bestehen meist aus Gusseisen; dasselbe dehnt sich von 0 bis 100° um $\frac{1}{901}$ seiner Länge aus. Die Temperaturdifferenz des Erdbodens in unseren Gegenden beträgt in einer Tiefe von 3 bis 5 Fuss ungefähr 10 bis 12° C.; darnach würde sich eine gusseiserne Röhrenleitung von 9000 Fuss innerhalb eines Jahres um 1 Fuss verlängern und wieder verkürzen. Man würde also bei der Verbindung der einzelnen Röhren untereinander darauf besonders Gewicht legen müssen, dass die Verbindung elastisch ist und diese Bewegung gestattet. Weil mit der Tiefe der Erde auch die Temperaturdifferenzen nicht mehr so gross sind, so legt man am zweckmässigsten die Röhren 3 bis 5, höchstens 6 Fuss tief, da bei tieferen Lagen derselben einmal das Legen zu grosse Kosten verursacht, auf der andern Seite aber auch Undichtigkeiten schwer zu finden und auszubessern wären und man an vielen Stellen mit dem Grundwasser grosse Beschwerden haben würde. Legt man die Röhren weniger tief als 3 Fuss, so würden dieselben beim Frost und Thauwetter, wo das Erdreich sich hebt und senkt, diese Bewegungen gleichzeitig mitmachen, und dadurch leicht Undichtigkeiten entstehen; ausserdem würden die durch die Kälte condensirten Dämpfe leicht frieren und die Röhren verstopfen. Also weniger hoch als 3 Fuss darf man sie nicht legen. Um die durch die Kälte condensirten

Dämpfe abzuleiten, legt man das Röhrensystem mit Gefälle an, mindestens 1 Zoll auf 10 Fuss (Erbkam's Zeitschrift, XII. 541.), und bringt an den tiefsten Punkten sogenannte Syphons, Wassertöpfe, an, aus denen man von Zeit zu Zeit das Wasser auspumpen kann. Im Syphons ist eine Schraube eingeschraubt, die durch einen Schlüssel entfernt werden kann und an deren Stelle eine Handpumpe aufgeschraubt wird. Das dabei ausströmende Gas ist so unbedeutend, dass es kaum der Erwähnung bedarf. Das Wasser, welches ausgepumpt wird, muss in besondere Gefässe gepumpt und nach der Gasfabrik gebracht werden, damit es nicht durch seinen Geruch auf den Strassen Verdacht auf Undichtigkeiten hervorruft und möglicher Weise zu unnützen Aufgrabungen, wie es schon vorgekommen, Veranlassung gibt (Erbk. Z. XII. 642.). Nachdem das Wasser abgepumpt ist, muss der Syphons durch die Schraube wieder sorgfältig verschlossen werden.

Ein zweiter Uebelstand, der leicht zu Undichtigkeiten Veranlassung gibt, ist die Erschütterung des Erdbodens durch schwere Lastwagen. Man hat diesem Uebelstande dadurch abhelfen wollen, dass man zu beiden Seiten des Fahrdammes Röhren gelegt hat; da aber das Erdreich unter den Trottoirs meist aus lockerem Schutt besteht, so setzt sich das Erdreich fortwährend und bildet so eine Veranlassung zu Undichtigkeiten; ausserdem werden häufig beim Abputzen der Häuser etc. Gerüste gebaut, wo gerade das Erdreich an den Seiten des Dammes aufgerissen wird. Trifft man auf ein Gasrohr, so wird dieser harte Gegenstand als willkommene Stütze für das Gerüst benutzt und nicht vermieden. Dass solche Sachen eben so leicht Brüche des Rohres, wie Undichtigkeiten veranlassen können, liegt

auf der Hand. «In Strassen, welche an Kanäle grenzen, ist das Ausweichen der Vorsetzer und die Reparatur derselben häufig Veranlassung zu aussergewöhnlichen Versackungen geworden. Die schlimmsten Feinde der Gasröhren-Anlagen sind aber Aufgrabungen in deren Nähe, wenn dieselben tiefer gehen, als die Röhren liegen» (N. H. Schilling, Gasbeleuchtung, Seite 225). Diess hat sich in Hamburg bei den Sielbauten gezeigt, und man kann sich auch jetzt wieder in Köln bei der Anlage der gemauerten Kanäle zum Abfluss der Schleussen überzeugen, dass derartige Bauten vielfach Rohrbrüche und Undichtigkeiten im Röhrensystem veranlassen, die dadurch entstehen, dass das Erdreich fortwährend in der Nähe dieser Bauten sinkt. — «Dass die Anfangs- und Endpunkte von Brücken auch schlimme Stellen für die Gasröhren sind, hat seinen Grund darin, dass das Erdreich neben den Brücken sinkt, während sie selbst als fundirte Bauwerke feststehen.» (Schilling, 225.)

Ausser den von aussen einwirkenden Agentien sind es aber auch noch folgende, welche von Einfluss auf die Dichtigkeit des Röhrensystems sind:

1. Das Material, aus dem die Röhrenleitung besteht;
2. Die Art und Weise der Verdichtung beim Verbinden der Röhren;
3. das Probiren der Röhren auf ihre Dichtigkeit.

1. Die Röhrenleitung unter der Erde besteht am zweckmässigsten aus Gusseisen, weil dieses am wenigsten der Zerstörung durch Oxydation ausgesetzt ist. Sehr zweckmässig bestreicht man sie zuvor mit Theer. Andere Materialien, wie glasierter Thon, Glas, asphaltirtes Eisenblech, asphaltirtes Papier und

Holz (Erbkam's Zeitschrift XII. 543) hat man versucht zu Röhrenleitungen, aber als unzweckmässig sehr bald wieder verlassen. Die Abzweigungsröhren nach den Laternen und Häusern sind am zweckmässigsten, soweit sie sich unter der Erde befinden, von Gusseisen zu wählen, sobald sie aber über der Erde sind, kann man sie der Billigkeit, schnelleren Ausführung und dem Widerstehen der Feuersgefahr wegen von Schmiedeisen wählen, und bestreicht sie, damit sie nicht so leicht oxidiren, mit Oelfarbe. — Da die Zuleitungsröhren meistens über die Bürgersteige fort in aufgeschütteten Boden gelegt werden, der mit ätzenden Stoffen imprägnirt ist, so halten die schmiedeisernen Röhren selten länger als 10 Jahre, und es ereignet sich daher sehr häufig, dass dieselben im Laufe sehr weniger Jahre von Rost ganz durchlöchert sind, ja es ist in lehmigem, festem Boden vorgekommen, dass man beim Nachgraben gar kein Rohr mehr gefunden hat und nur ein Kanal stehen geblieben war, durch welchen das Gas seinen Weg nach den Brennern genommen hatte. Es ist daher nicht genug vor der Anwendung anderer als gusseiserner Röhren in der Erde zu warnen (Erbk. Zeitschr. XII. 546). Zu den Leitungen in geschlossenen Räumen benutzt man ausser schmiedeisernen Röhren häufig auch Bleiröhren, seltener (Erbk. Zeitschr. XII. 552) Zinnröhren und Compositionsmetallröhren aus Blei, Zinn und Zink, noch seltener und nur für kleine Abzweigungen nach einzelnen Flammen dienend, Messing- und Kupfer- röhren, für in gewissem Masse transportable Flammen Gummischläuche; leider finden sich aber auch oft Leitungen aus zusammengelöthetem Zink- oder Weissblech hergestellt! Röhren aus leichtflüssigen Metallen schmelzen leicht und sind deshalb nicht zu empfehlen. So viele

Vortheile auch die Bleiröhren bieten (Billigkeit, Bequemlichkeit der Handhabung), so sind sie meiner Ansicht nach doch zu verwerfen, weil sie zu leicht Verletzungen ausgesetzt sind, theils durch Zufall, theils durch Muthwillen; sie unter den Putz zu legen, ist vollständig zu verwerfen, denn durch das Einschlagen der Nägel in die Wand können sie zu leicht verletzt werden, wodurch auch in Köln ein von Dr. Pauli behandelter Fall von Vergiftung einer Dienstmagd hervorgerufen wurde; diese hatte in ihrer Schlafkammer einen Nagel in die Wand geschlagen und dabei das Zuleitungsrohr aus Blei verletzt. Das Blei hat auch noch den Nachtheil, dass es durch die Wärme körnig wird, und desshalb verlieren Bleiröhren in der Nähe von Oefen und Schornsteinen an Festigkeit und Biegsamkeit. Zinnröhren unter Fussböden oder in Keller zu legen muss man sich hüten, da dieselben von den Ratten angefressen werden. Kupfer- und Messingröhren sind theuer und werden selten benutzt; die Messingröhren platzen leicht in ihrer Naht beim Biegen, die kupfernen nicht so leicht, weil die Naht übereinander gelegt ist, allein die kupfernen Röhren haben folgenden Nachtheil (Schilling, Seite 217): «Wenn das Gas nicht ganz rein von Ammoniak ist, werden sie stark angegriffen, in der Weise, dass sich sehr feine Löcher bilden, aus denen das Gas so zu sagen ausschwitzt, ohne dass man einen eigentlichen Leck sofort entdecken könnte. Auch bildet sich durch Ammoniak ein explosives Gemenge, nach Prof. Böttcher wahrscheinlich Kupferkohlenhydrür, in welchem der Kohlenwasserstoff als zusammengesetztes Radical, ähnlich dem Cyan, auch bei andern explodirenden Körpern wirkt. Es hat die Gestalt dunkelbrauner, glänzender Schuppen, gibt beim

Zerreiben ein rothes Pulver, das, mit einem Hammer auf dem Ambos geschlagen, unter Funkensprühen explodirt, und wenn es mit einem rothglühenden Eisen berührt wird, so brennt es wie Schiesspulver ab; in New-York kam diese Masse zur Explosion, als ein Arbeiter einige Kupferröhren herausnahm und durch eine derselben hindurchblies, um sich zu überzeugen, ob sie verstopft sei. — Die Guttapercha-Schläuche für transportable Flammen oder eingeschobene Leitungen in Laboratorien etc. sind wohl sehr zweckmässig mit Oelfirnissfarbe zu überziehen, da sie auf diese Weise länger dicht gehalten werden und den aus dem Gase aufgenommenen Geruch nach Benzol nicht verbreiten; undichte Schläuche sind sofort auszubessern. — Bei den schmiedeisernen Röhren muss man besonders darauf achten, dass, wenn sie gebogen werden müssen, sie in der Naht nicht aufplatzen, und es dürfte desshalb die Anwendung von Bogen und Kniestücken zweckmässiger sein, wenn sie auch etwas theurer sind. Im Allgemeinen wird die Anwendung von schmiedeisernen Röhren zu den Leitungen in Gebäuden durchaus zu empfehlen sein, weil sie grössere Sicherheit gegen Zerstörung geben, wenn nicht, wie in chemischen Fabriken, z. B. bei der Schwefelsäurefabrikation, lokale Verhältnisse ein anderes Material bedingen (Erbkam's Zeitschrift XII. 553).

2. Bei der Verbindung der Röhren untereinander hat man bei den Hauptröhren drei Arten:

- 1) Das Vergiessen mit Blei zwischen Muffe und Rohr, nachdem man zuvor lose gesponnene und in heissen Holztheer getauchte Hanfstricke eingetrieben hat.

2) Das Eintreiben mit Mennige, wobei die Röhren abgedrehte Enden und ausgebohrte Muffen haben.

3) Die Verbindungen mittelst Gummiringen.

Die erste Art würde am meisten zu empfehlen sein, da sie bei ihrer Solidität doch etwas elastisch ist. Die Abzweigung vom Hauptrohr geschieht entweder durch Einsatz eines T förmigen Stückes und Anwendung von zwei Muffen, oder dadurch, dass (Erbkam's Zeitschrift XII. 547) das Hauptrohr seitwärts angebohrt und über dem Loch eine gusseiserne Muffe mit Bügel, sogenannter Ueberwurf, aufgeschraubt wird. Das erstere Verfahren dürfte wegen der Solidität der Verbindung jedenfalls vorzuziehen sein; die kleineren Abzweigungen zu den Laternen und Häusern werden dadurch hergestellt, dass man in das Hauptrohr ein Loch bohrt und die Ableitungsröhre mit einem Gewinde versieht, das genau hineinpasst; «die kleineren Abzweigungsröhren werden zur Zeit allgemein mit einander (Erbkam's Zeitschrift XII. 554) durch Muffen von Schmiedeisen, welche inneres Gewinde haben und auf die mit äusserem Gewinde versehenen beiden Rohrenden auf jedes derselben zur Hälfte ihrer Länge aufgeschraubt werden, verbunden. Es werden hiezu und zur Herstellung der Seitenleitungen besondere schmiedeiserne Verbindungsstücke, welche mit dem allgemeinen Namen «Tittings» bezeichnet werden, fabrizirt und dadurch die Leitungen billiger, schneller und dichter hergestellt. Das Schraubengewinde, dessen man sich hiezu bedient, unter dem Namen «Glasgewinde» bekannt, ist glücklicher Weise in der ganzen Welt dasselbe, und daher passen die Stücke der verschiedensten Fabriken überall mit einander.» In neuester Zeit ist es gelungen, die Tittings aus einer besondern Art Gusseisen, welches sich hin und her biegen lässt,

ohne zu brechen, billiger herzustellen, als aus Schmied-eisen. — Soll eine Ableitung vom Hauptrohr wieder unterbrochen werden, so darf dies nicht dadurch geschehen, dass man das Ableitungsrohr in der Erde mit einem Holzpfropfen verschliesst, denn derselbe fault unter der Erde und gestattet dem Gase den Ausfluss. «Bei gusseisernen Zuleitungen (Erbk. Zeitschr. XII. 548) wird das Rohr entweder ganz herausgenommen und das Loch im Hauptrohr durch eine Schraube oder durch einen übergelegten Eisenring, sogenannte Beinschelle, geschlossen, oder es wird in die letzte Muffe der Zuleitung, soweit sie Eigenthum der Gasanstalt und in der Erde bleibt, eine sogenannte Eindichtung eingefügt und dadurch späteren Ausströmungen vorgebeugt.

Das Schliessen des Loches im Hauptrohr durch eine Schraube ist bei Röhren unter 6 Zoll Weite, besonders wenn die Ableitungen 2 Zoll und darüber weit sind, nicht thunlich, da alsdann das Rohr wegen seiner geringen Stärke zu wenig Schraubengänge in dem Loch gestattet, wenn nicht die Röhren selbst, wie dies auch für solche Hauptröhren, von denen schmiedeiserne Leitungen abgehen sollen, gewöhnlich angeordnet wird, besondere Verstärkungsringe (bei 9 Fuss langen Röhren gewöhnlich zwei) für die Anbohrungsstellen erhalten haben.»

Beim Röhrensystem sind auch noch die in den einzelnen Häusern eingeschalteten Gasometer zu erwähnen, welche dem Fabrikanten und Consumenten den Verbrauch des Gases anzeigen. Der Gasmesser muss so stehen, dass er vor Beschädigungen geschützt ist, und dürften desshalb besondere Schutzkasten für dieselben sehr zu empfehlen sein; dann muss zwischen Strassenleitung und Gasometer ein Haupthahn ange-

bracht sein, um bei etwaigen Feuersgefahren durch denselben das Zuströmen des Gases zum Hause abhalten zu können. «In manchen Städten (Erbk. Zeitschr. 548, 549) wird ausser diesem Haupthahn für den Gebrauch des Consumenten noch ein besonderer Absperrhahn an jeder Zuleitung in der Nähe des Haupthahns so angebracht, dass derselbe von der Strassenoberfläche gehandhabt werden kann; die dazu gehörigen Schlüssel befinden sich in den Händen der Gasanstalt, der Polizeibehörde und des Nachtwächters.» Die Gasanstalt will dadurch den Consumenten, die nicht zahlen, das Gas absperren können, die Polizei und der Nachtwächter sollen bei Feuersgefahr den Zufluss des Gases aus dem Hauptrohr absperren. Allein die Klappen, welche aufgeschlossen werden müssen, sind häufig durch Schmutz, Schnee, Eis etc. verdeckt, dass man sie nicht schnell genug findet, oder die Schlüssellocher wenigstens sind verstopft, so dass der Schlüssel nicht hineingeht; dann verrosten die Hähne und werden undicht, sind also nicht zu empfehlen.

3. Das Probiren der Röhren auf ihre Dichtigkeit. Sämmtliche Röhren müssen, kurz bevor man sie legt, untersucht werden, ob sie dicht sind; denn wenn auch die Fabrikanten, welche die Röhren liefern, behaupten, dass alle Röhren darauf untersucht sind, so kann in der Zwischenzeit doch eine Undichtigkeit eingetreten sein. Es geschieht dies am zweckmässigsten, wenn man die Röhren mit comprimirter Luft füllt, und zwar unter Wasser; aufsteigende Blasen zeigen die Undichtigkeiten an (Erbk. Zeitschr. XII. 543). Die kleineren Röhren probiren die Arbeiter gewöhnlich auf die Weise, dass sie an die untere Oeffnung des Rohres Jemand die flache Hand halten lassen und nun

am oberen Ende mit dem Munde die Luft aussaugen; die Leute nennen es «ansaugen». Wird die Hand festgesogen, so kann man annehmen, dass das Rohr dicht ist. Dies Verfahren ist jedoch unsicher, und es dürfte zweckmässiger sein, sämtliche Röhren unter Wasser mit comprimierter Luft zu prüfen. «Legt man eine neue Röhrenleitung an, so ist (Schilling, Seite 220) nothwendig, sich von deren Dichtigkeit fortwährend überzeugt zu halten. Bei Hauptröhren geschieht dies in der Weise, dass man dieselben streckenweise an beiden Enden durch Pflöcke schliesst und durch einen dieser Pflöcke mittelst einer Luftpumpe atmosphärische Luft hineinpresst. An einem Manometer wird der Druck beobachtet und das Pumpen so lange fortgesetzt, bis dieser etwa vier Mal so viel beträgt, als später der Druck des durchströmenden Gases. Bleibt nach Beendigung des Zupumpens der Druck in gleicher Höhe stehen, so ist dies ein Beweis, dass die Leitung dicht ist; findet eine Undichtigkeit statt, so fällt die Manometerflüssigkeit mehr oder weniger schnell herunter. Hauptröhren mit Gas zu probiren, indem man die Verbindungsstelle mit Licht berührt, ist ganz ungenügend. Bei Privatleitungen bringt man auf ähnliche Weise da, wo später der Gasmesser zu stehen kommt, ein Manometer an, welches man mit dem Munde aufblasen kann, und lässt dies während der ganzen Arbeit stehen. So oft man ein Stück gemacht hat, schliesst man mit einer Kappe und bläst das Manometer auf, welches durch sein Stehenbleiben oder Fallen sofort anzeigt, ob das Stück dicht ist oder nicht. Wo man Arbeitern die Herstellung von derartigen Leitungen in Accord übergibt, muss man als Bedingung aufstellen, dass sie erst dann bezahlt werden, wenn sie

nach dem Manometer als dicht abgeliefert sind.» Ebenso sind aber auch die Wandarme, Hängelampen, Kronleuchter etc. auf ihre Dichtigkeit durch comprimirte Luft zu prüfen. Haben wir nun ein neu angelegtes Röhrensystem vollständig luftdicht und zweckmässig zur Durchströmung des Leuchtgases, so kommen leider nachher zu viele Einflüsse von aussen, wie wir oben gesehen haben, welche in dasselbe sehr bald wieder Undichtigkeiten bringen, und deren Ausbesserungen zu den Schattenseiten der Gasfabrik zu rechnen sind. Hat man die undichten Stellen gefunden, so schlägt man gewöhnlich an der undichten Stelle das Hauptrohr entzwei, verstopft beide Enden schnell mit Pflöcken, die mit Lappen umwickelt sind, und löst nun die Enden aus den Muffen, indem man die Verdichtungen herausmeiselt. Dieses Verfahren ist ganz entschieden zu verwerfen, denn es sei dies, nach Mittheilungen des Direktor Pepys bei der Gasfabrik zu Köln, in früheren Zeiten öfter die Veranlassung zu Vergiftungen gewesen. Die Leute, welche mit dem Durchhauen des Rohres beschäftigt waren, fielen plötzlich um und mussten aus dem Rohrgraben herausgehoben werden. Todesfälle sind nicht vorgekommen. Es ist entschieden zweckmässiger ehe man das undichte Rohr zerschlägt, die Absperrung vorher durch Thierblasen oder Gummiballons vorzunehmen, wie es jetzt auch nicht allein in Köln, sondern fast überall, wenigstens bei den stärkeren Röhren, geschieht. Man bohrt auf beiden Seiten, wo das Rohr abgesperrt werden soll, ein Loch in dasselbe, steckt die angefeuchtete Blase (die natürlich im aufgeblasenen Zustande eine grössere Peripherie haben muss als das Rohr) hinein und bläst sie mit einer Luftpumpe auf, wodurch nun das Rohr auf beiden

Seiten abgesperrt ist und zerschlagen werden kann; es entleert sich dann nur die Menge Gas, welche in dem abgesperrten Theile enthalten ist. Nach Beendigung der Arbeit werden die Blasen herausgenommen und die Löcher durch Schrauben oder Beinschellen geschlossen (Erbk. Zeitschr. XII. 546).

Das Aufsuchen der undichten Stellen kann zuweilen grosse Schwierigkeiten verursachen. Da das Gas einen penetranten Geruch hat, so wird man am besten durch den Geruch auf undichte Stellen aufmerksam gemacht. Sobald man in geschlossenen Räumen einen Geruch nach Gas wahrnimmt, muss man natürlich vermeiden, mit Licht hineinzukommen, da sich mit atmosphärischer Luft ein explosives Gemenge bildet, wie wir gesehen haben. Man sehe zu, ob sämtliche Hähne, sowohl der Haupthahn, als auch die Flammhähne, geschlossen sind; ist dies nicht der Fall, so schliesse man sie; dann öffne man Thüren und Fenster und schicke nach Leuten aus der Gasfabrik. Man sieht nun zu, ob man durch den Geruch die undichte Stelle auffindet; das Ableuchten mit einem Lichte ist vollständig zu verwerfen, denn sehr häufig sind die undichten Stellen an der Decke oder unter dem Fussboden, und es findet eine Explosion statt, wenn man gar keine mehr erwartet. Man kann auch rothes Lakmuspapier, welches man zuvor angefeuchtet, an der Röhre entlang führen; dasselbe wird gebläut, wenn Gas ausströmt, da dieses meist Ammoniak enthält. Ein anderes Reagens empfiehlt Dr. Rothe, Direktor der Gewerbeschule in Zweibrücken (Journal für Gasbeleuchtung 1864, Seite 113). «Wenn man aus Rothkohlblättern in kochendem Wasser den Farbstoff extrahirt, so erhält man in dieser Flüssigkeit eine violette Farbe, ein so empfindliches

Reagens anf Säuren und Basen, dass ein Minimum von Ammoniak das schönste Grün und ein Minimum von Säure ein herrliches Roth hervorruft. Es ist dadurch der Lakmus nicht nur ersetzt, sondern bei Weitem übertroffen, indem hier mit Leichtigkeit durch Ueberschuss von Säuren oder Basen Roth oder Grün erzeugt werden kann und ausserdem z. B. die Intensität des Ammoniakgehaltes genau dadurch festgestellt ist, dass die Menge der Säure, um wieder roth zu färben, den Ammoniakgehalt im Gase anzeigt. Zudem dürften die Billigkeit des Materials sowie die Leichtigkeit der Beschaffung dasselbe sehr empfehlen.» — Findet man die undichte Stelle in der Leitung auf diese Weise nicht, «so ist nur erforderlich (Erbk. Zeitschr. XII. 556), mit der Leitung ein Manometer in Verbindung zu setzen, dann alle Brennerhähne, wie auch den Haupthahn zu schliessen. Falls die Leitung absolut dicht ist, ändert sich die Höhe der Manometerflüssigkeit nicht, dagegen kann man aus der Schnelligkeit, mit der dieselbe sich in's Niveau stellt, auf die Grösse der Undichtigkeit einen Schluss ziehen. Beträgt die letztere etwa 70—80 Cubikzoll in der Stunde, durch welche Quantität eine kleine brennende Flamme noch kaum zu speisen, so zeigt das Manometer, selbst wenn es sich 300 Fuss weit von der undichten Stelle befindet, die vorhandene Gasentweichung innerhalb weniger Sekunden nach Schliessung des Haupthahns an.» Gleichzeitig ist dieses Anzeigen des Manometers als die Grenze für das «Ableuchten» der Röhren zu betrachten, d. h. wenn das Manometer schneller sinkt, so darf das sogenannte Ableuchten der Röhren auf keinen Fall stattfinden. Jedenfalls sollte aber jeder Wirth, sobald er in seinem Hause einen Geruch nach Gas bemerkt, sofort sämt-

liche Hähne schliessen und nach der Gasfabrik eine Meldung schicken. Das Aufsuchen der Undichtigkeiten in der Hauptröhrenlage, die sich unter der Erde befindet, ist noch mit viel grösseren Schwierigkeiten verbunden; und jedenfalls bedürfen die Röhren unter der Erde der grössten Aufmerksamkeit, da die meisten Vergiftungsfälle durch Ausströmungen von Gas aus diesen hervorgerufen worden sind. Das Gas läuft gern an den Röhren entlang und dringt häufig an einer ganz anderen Stelle in die Kellerräume und von da in die Wohnungen, als wo das Rohr undicht ist. Ebenfalls leitet hier wieder der Geruch beim Ausströmen des Gases; dann wird man den Erdboden längs der Röhrenleitung anbohren und aus der unten näher angegebenen veränderten Beschaffenheit des Erdbodens einen Schluss ziehen können. Sehr zweckmässig ist aber folgendes Verfahren, wobei gleichzeitig die Undichtigkeiten hinter dem Gasmesser, welcher in jedem Hause aufgestellt ist, zur Erkennung gebracht werden. «Man bohrt (Erbk. Zeitschr. XII. 550) dicht vor und hinter dem Gasmesser eine sogenannte Wasserschraube, durch deren Benutzung man bei Klagen über mangelhaftes Brennen der Flammen sich leicht Ueberzeugung verschaffen kann, ob die Ursache vor oder hinter dem Gasmesser liegt. Denn schraubt man auf jede Oeffnung ein Manometer, so darf der Unterschied beider nur $1\frac{1}{2}$ bis 3 Linien, als zur Bewegung des Gasometers nothwendig, betragen, und durch Vergleich mit dem im Hauptröhrensystem an der fraglichen Stelle vorhandenen Druck lässt sich darauf schliessen, ob die Zuströmung des Gases vor oder hinter dem Gasmesser mangelhaft ist.» — Vergleicht man nun die einzelnen Manometerstände vor dem Gasmesser an den verschiedenen Stellen,

so dürfte der niedrigere Stand eines solchen wohl von einer Undichtigkeit im Hauptröhrensystem die Anzeige geben. Der Ort der Undichtigkeit lässt sich ganz genau bestimmen, wenn man Vorkehrungen trifft, das Hauptröhrensystem streckenweise ganz abzusperren, oder Löcher im Hauptröhrensystem bohrt, die durch Schrauben geschlossen werden, aber stets zugänglich sind, ähnlich wie die Syphons, und auf diese Manometer bringt, wenn man auf Undichtigkeiten untersuchen will. Unterstützend sind dabei der Geruch und die Erdbohrungen. Aeusserst zweckmässig wäre es meiner Meinung nach, wenn besondere Beamte angestellt würden, die ihr Viertel zur Controle dieser Manometer hätten und täglich Meldung zur Fabrik machen müssten, ebenso wie zur städtischen Behörde. Die Fabrik hätte natürlich etwaige durch den Manometer angezeigte Undichtigkeiten sofort näher zu untersuchen und auszubessern, die städtische Behörde dagegen würde durch die Beamten die Ausbesserung controliren lassen. Das Leuchtgas kann, wenn Undichtigkeiten im Röhrensystem vorhanden sind, das Erdreich, das Wasser in Brunnen und auch in Flüssen, durch welche Gasröhren gelegt sind, ferner die Luft vergiften.

II.

Welche Nachtheile auf die organische Welt hat
das Leuchtgas beim Verbrennen

a) zum Leuchten,

b) zum Kochen,

c) zum Heizen?

Verbrennung im allgemeinsten Sinne des Wortes ist, (Schilling, Gasbeleuchtung Seite 16) jede Verbindung irgend eines Körpers mit Sauerstoff; im speziellsten Sinne versteht man darunter obige Verbindungsprozesse, wobei eine gleichzeitige Entwicklung von Wärme und Licht entsteht; eine gewisse Menge Wärme wird bei jeder chemischen Verbindung frei, aber nicht so viel, dass sie hoch genug ist, den Körper zu entzünden und dadurch Licht und Wärme zu entwickeln; ist dieses aber der Fall, so nennen wir es im gewöhnlichen Leben: verbrennen. Gasförmige Körper verbrennen unter Entwicklung einer Flamme, d. h. eines im glühenden Zustande befindlichen Gasstromes, der sich nach hydrostatischen Gesetzen dadurch bildet, dass die leichteren heisseren Partikelchen durch die umgebenden schwereren in die Höhe getrieben werden. Feste und flüssige Körper verbrennen nur dann mit Flamme, wenn sie vorher durch die Verbrennungshitze ganz oder theilweise in den luftförmigen Aggregatzustand übergeführt worden sind. «Die Flammen sind (Gorup-Besanez anorg. Chemie S. 328) leuchtend, oder nichtleuchtend. Nichtleuchtend sind die Flammen, wenn es reine Gase sind, die brennen, leuchtend dagegen, wenn ein fester Körper

als Verbrennungsprodukt entsteht, dessen Theilchen in der Flamme schwebend erhalten, darin in's Weissglühen gerathen und dadurch so viel Licht ausstrahlen, dass die Flamme leuchtend wird. Die Bedingung des Leuchtens einer Flamme besteht daher in der Gegenwart fester körperlicher Theile in der Flamme, welche durch ihre Verbrennungswärme zum Weissglühen gebracht werden.» — Auch im Leuchtgase ist es ein fester Körper, welcher der Flamme das Leuchtvermögen ertheilt. Er bildet sich im Momente der Verbrennung in Folge chemischer Zersetzung und wird durch die Flamme zum Weissglühen gebracht. Es ist dies der Kohlenstoff. «Der Kohlenstoff (Schilling 16, 17) in unendlich feine Partikelchen vertheilt, wie wir ihn als Russ daraus auffangen können, wenn wir z. B. eine Glasplatte in den leuchtenden Theil der Flamme halten. Der Kohlenstoff besitzt die höchst glückliche Eigenschaft, dass er nur in seinen Verbindungen gasförmig, an und für sich aber ein fester, unschmelzbarer, feuerbeständiger Körper ist. Seine Verbindung mit dem Wasserstoffe, demjenigen Körper, bei dessen Verbrennung sich der höchste Hitzgrad erzeugt, diese Verbindung bildet das Gas, welches alle günstigen Eigenschaften in sich vereinigt, die zu einer selbstthätigen Lichtentwicklung erforderlich sind. Die Verbrennungstemperatur des Wasserstoffes liegt niedriger, als diejenige des Kohlenstoffes. Wird die Verbindung beider Stoffe entzündet, so trennen sie sich; der Wasserstoff verbrennt zunächst, der Kohlenstoff nimmt momentan seine ihm eigene feste Aggregatform an, gelangt im brennenden sehr heissen Wasserstoff zum Weissglühen und schmückt diesen fast gar nicht leuchtenden Gasstrom mit blendendem Lichtglanze. Die Dauer des Glühens ist zwar für jedes Kohlen-

partikelchen nur momentan, denn dieses verbrennt (Gorup-Besanez Seite 329), «sobald es an den Rand der Flamme gelangt und hier mit der Luft in unmittelbare Berührung kommt, zu Kohlensäure und tritt als solche in den gasförmigen Zustand zurück; aber der Prozess der Ausscheidung ist so continuirlich, wie derjenige der Verbrennung, und die Lichtentwicklung wird dadurch constant.» — Die Verbrennungsprodukte des Leuchtgases sowie jedes anderen Beleuchtungsmaterials sind hauptsächlich Kohlensäure und Wasser, ausserdem bildet sich aber bei der Verbrennung des Leuchtgases, wie unten näher auseinandergesetzt, schweflige Säure und höchst wahrscheinlich unterschwefligsaures Ammoniak. Man hat dem Leuchtgase vielfach den Vorwurf gemacht, dass es bei seiner Verbrennung mehr Kohlensäure bilde, als die anderen Beleuchtungsmaterialien (Oel, Fette), allein mit Unrecht; es bildet sogar weniger Kohlensäure, wie wir aus Folgendem sehen werden (Schilling, Seite 73, 74):

100 Theile Wachs bestehen aus:

80,275 Theilen Kohlenstoff,
13,809 Theilen Wasserstoff,
5,916 Theilen Sauerstoff.
100,000.

100 Theile Wallrath (Sperma Ceti) bestehen aus:

81,560 Theilen Kohlenstoff,
12,862 Theilen Wasserstoff,
5,578 Theilen Sauerstoff.
100,000.

100 Theile Baumöl bestehen aus:

77,21 Theilen Kohlenstoff,
13,36 Theilen Wasserstoff,
9,43 Theilen Sauerstoff.
100,00.

Das Gas aus Newcastle-Petton-Main-Kohle enthält nach der Analyse von Prof. Frankland:

Schwere Kohlenwasserstoffe 3,87 Vol. = 7,16 Vol. öl-
bildendes Gas,

Grubengas 32,87,

Kohlenoxydgas 12,89,

Wasserstoffgas 50,05,

Kohlensäure 0,32.

100,00.

Es sind verdichtet:

	Vol. C.	Vol. H.	Vol. O.
7,16 Vol. ölbd. Gas	aus 7,16	+ 14,32	
32,87 „ Grubengas	„ 16,43	+ 65,74	
12,89 „ Kohlenoxyd	„ 6,45		+ 6,45
50,05 „ Wasserstoff	„	50,05	

Mithin bilden sich bei der

Zersetzung . . Vol. 30,04 C + 130,11 H + 6,45 O

Bei der Bildung von Kohlensäure und Wasser werden aus der Luft an Sauerstoff gewonnen 60,08 Vol.

minus 6,45 „

53,63 Vol. + 65,05

Vol. oder zusammen 118,68 Vol.

100 C' Petton-Gas liefern mithin als Verbrennungs-
produkte:

60,08 C' Kohlensäure,

130,11 C' Wasserdampf,

und setzen dabei 446,46 C' Stickstoff aus atmosphä-
rischer Luft frei.

Eine Petton-Gasflamme von 5 C' Consum per Stunde hat mindestens dieselbe Leuchtkraft, wie 12 Wachs-
kerzen, je 120 Gran Consum per Stunde, also 100 C'
Petton-Gas = 28,800 Gran Wachs. In diesen 28,800
Gran sind enthalten:

23,119	Gran	Kohlenstoff,
3,977	„	Wasserstoff,
1,704	„	Sauerstoff.
28,800	Gran.	

1 C'	Kohlenstoff	wiegt	444,86	Gran,
1 C'	Wasserstoff	„	36,98	„
1 C'	Sauerstoff	„	594,92	„

mithin entsprechen obige Gewichtsmengen

51,97	C'	Kohlenstoffdampf,
107,54	C'	Wasserstoff,
2,86	C'	Sauerstoff.

Diese Volumina nehmen zur Bildung von Kohlensäure und Wasser aus der Luft 154,85 C' Sauerstoff und bilden 103,94 C' Kohlensäure, 107,54 C' Wasserdampf.

Die in beiden Fällen gebildete Kohlensäure verhält sich also wie 60,08 : 130,94 oder wie 1,0 : 1,73.

Unter allen Umständen wird das Gas natürlich auf eine gleiche Leuchtkraft reducirt, die geringste Quantität Kohlensäure liefern.» Schilling führt Seite 75 Versuche an, die dies bestätigen. «Gasflammen und die Flammen von verschiedenen Beleuchtungsmaterialien wurden zuerst auf ihre Leuchtkraft geprüft und dann bei gleicher Leuchtkraft in einem und demselben Raume atmosphärischer Luft verbrannt. Nachstehende Tabelle gibt die Zeitdauer an, welche die verschiedenen Flammen gebrauchten, um den Gehalt von Sauerstoff zu verzehren.

Rüböl	erlosch in	71 Minuten,
Baumöl	„ „	72 „
Russischer Talg	„ „	75 „
Wallrath	„ „	76 „
Stearinsäure	„ „	77 „
Wachslicht	„ „	79 „
Wallrathslicht	„ „	83 „
Gas (von 13 Kerzen Helle)		98 reduzirt in $7\frac{7}{13}$ Minuten.
Cannel-Gas (von 28 Kerzen Helle)		152 reduzirt in $5\frac{3}{7}$ Minuten.

Wir sehen also aus diesem Beispiele, dass das Leuchtgas beim Verbrennen ungleich längere Zeit gebraucht, um der atmosphärischen Luft eine gleiche Menge Sauerstoff zur Bildung von Kohlensäure zu entziehen, als sämtliche angeführten Beleuchtungsmittel.

Ausser der Kohlensäure bildet sich bei der Verbrennung des Leuchtgases, wie ich schon oben angedeutet, da dasselbe durch Schwefelverbindungen und Ammoniak verunreinigt ist, schweflige Säure und höchst wahrscheinlich unterschwefligsaures Ammoniak. Ammoniak fand sich in dem zu Köln bereiteten Leuchtgase, so oft ich dasselbe untersuchte, und hat, wie wir unten (Hab Sanitätspolizeilichen Massnahmen) sehen, darin seinen Grund, dass Kalk zum Reinigen angewandt wird, der das Ammoniak nicht vollständig entfernt. Das Ammoniak lässt sich qualitativ sehr leicht nachweisen:

- 1) durch rothes, mit destillirtem Wasser angefeuchtetes Lakmuspapier, worauf man Leuchtgas strömen lässt; enthält das Leuchtgas Ammoniak, so wird das rothe Papier blau gefärbt;
- 2) durch das oben erwähnte Reagenspapier, welches

- mit Rothkohlblättern gefärbt ist und durch Ammoniak grün gefärbt wird;
- 3) durch salpetersaures Quecksilberoxydul; befeuchtet man Filtrirpapier mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul und lässt Leuchtgas darauf strömen, so wird das Papier braun bis schwarz gefärbt, wenn Ammoniak im Leuchtgas ist;
 - 4) durch Chlorwasserstoffsäure; taucht man einen Glasstab in diese Säure und lässt Leuchtgas darauf strömen, so entwickeln sich reichliche weisse Dämpfe von Salmiak, sobald Ammoniak im Leuchtgas ist;
 - 5) bei Abwesenheit von Schwefelwasserstoff wird eine sehr verdünnte neutrale Kupfervitriollösung blau (Eulenberg 183);
 - 6) das Nessler'sche Reagens (eine mit Kalilauge stark alkalisch gemachte Lösung von Jodquecksilber in Jodkalium) bildet bei Abwesenheit von Schwefelwasserstoff durch Ammoniak eine braun gefärbte unlösliche Verbindung.

A. Flückiger (chemische Technologie von J. R. Wagner 1864, Seite 195) «fand bei einer Untersuchung über die Einwirkung des Schwefels auf Ammoniak, dass, wenn Schwefel und Ammoniak bei 100^0 auf einander einwirken, nicht unbedeutende Mengen von unterschwefligsaurem Ammoniak sich bilden.» — Da nun stets Schwefelkohlenstoff im Leuchtgas vorhanden ist, so ist die Bildung von unterschwefligsaurem Ammoniak beim Verbrennen des Leuchtgases nicht unwahrscheinlich. Eulenberg (gift. Gase 180) behauptet, «dass beim Verbrennen der Gasflammen das Ammoniak in Stickstoffgas und Wasser verwandelt würde.» — Gorup Be-

sanez anorg. Chemie Seite 152 meint: «dass Ammoniak mit Luft oder Sauerstoffgas über erhitzten Platinschwamm geleitet, sich in Salpetersäure und Wasser verwandle.»

Die Schwefelverbindungen des Leuchtgases sind, wie wir aus der obigen Analyse sehen, Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff. Schwefelwasserstoff lässt sich leicht qualitativ nachweisen, wenn man ungeleimtes Papier in eine Lösung von basisch essigsaurem Bleioxyd taucht und in den Strom des Leuchtgases hält. — Die Nachweisung von Schwefelkohlenstoff geschieht nach Prof. Vogel (Schilling Seite 54), «wenn man das Leuchtgas nach vorheriger Entfernung des Schwefelwasserstoffes mittelst Kalilauge durch eine Lösung von caustischem Kali in absoluten Alkohol leitet. Von dieser Lösung dampft man einen Theil etwas ab, und setzt zu der kochenden Lösung alsdann essigsaures Bleioxyd. Wenn Schwefelkohlenstoff vorhanden war, so wird man einen Niederschlag von Schwefelblei erhalten.» — Der Schwefelwasserstoff kann durch das Reinigungsverfahren vollständig aus dem Leuchtgase entfernt werden, allein der Schwefelkohlenstoff lässt sich durch die bis jetzt bekannten Reinigungsmaterialien nicht entfernen. «Die englischen Gasingenieure (Journal für Gasbeleuchtung 1865 Seite 285) beschäftigen sich seit Jahren lebhaft mit der Frage, wie man das Leuchtgas von den geringen Mengen Schwefelkohlenstoff, die es enthält, befreien könne; der Vorschlag von Bawditch, als Reinigungsmaterial Thon und heissen Kalk anzuwenden, hat zu keinem Resultate geführt; der Vorschlag von L. Thompson, das Gas mit Wasserdampf gemischt durch eine rothglühende Röhre zu leiten, scheint auch keinen Anklang zu finden; das

einziges Mittel, das versuchsweise zu ausgedehnter Anwendung gelangt, ist das Waschen des Gases mit grossen Mengen Ammoniakwasser.» Den Gehalt an Schwefel will Dr. Letheby in London durchschnittlich auf 20 Gran in 100 C' Gas gefunden haben. Böttcher (Jahresbericht des Frankfurter phys. Vereins für 1852/53) fand im gereinigten Steinkohlengase keinen Schwefelkohlenstoff. Die Lords (Journal für Gasbeleuchtung 3 1860 S. 398) of the Committee of Privy Council on Education haben eine aus den berühmten Chemikern: Prof. Faraday, Hofmann und Tyndal und den Herren Redgrave und Towke zusammengesetzte Commission ernannt, um über die Beleuchtung von Bildergalerien mittelst Steinkohlengas zu berichten, und diese Commission fand als Mittel aus mehreren Versuchen in Londoner Gas:

im Juli	1859	in 100 C' Gas	7,54 Gran Schwefel,
im Dezember	1859	in 100 C' Gas	9,94 Gran Schwefel.
im Januar	1860		

Die Schwefelverbindungen erzeugen beim Verbrennen schweflige Säure, die nachtheilig auf die Respirationsorgane wirkt, das Wachsthum der Pflanzen stört, Metalle angreift und Farben bleicht, aus welcher letztem Grunde auch vielfach Klagen erhoben wurden, dass die Gasbeleuchtung nachtheiligen Einfluss auf die Seidenwaaren habe. Obgleich uns der Einfluss auf die unorganische Welt hier nicht interessirt, will ich kurz erwähnen, dass die Versuche, welche man mit seidenen Bändern und Seidensträngen (Journal f. Gasbel. 3, 303) anstellte, ergeben haben, dass die Flamme des Leuchtgases keinen anderen Einfluss ausübe, als die atmosphärische Luft. Diesen Versuchen widerspricht jedoch Folgendes: Setzt man zwei Bouquets, die zu gleicher

Zeit geschnitten werden und aus den gleichen Blumen bestehen, das eine in ein Zimmer, das mit Gas beleuchtet wird, und das zweite in ein Zimmer, wo Beleuchtung mit Oel oder Stearin stattfindet, so wird man finden, dass schon den nächsten Tag das Bouquet, welches der Gasbeleuchtung ausgesetzt war, mattere Farbe zeigt, als das andere. Dass das Verbrennen des Leuchtgases auch nachtheilig auf das Wachsthum der Pflanzen wirkt, davon kann man sich zu Köln in der Flora, einem Gartenlokal, überzeugen. Der grosse Glas-Salon, welcher durch zahlreiche Gasflammen erleuchtet wird, ist mit herrlichen Blattpflanzen ausgeschmückt, aber fast sämtliche Blätter sind an den Spitzen schwarz. Auch in Artus Vierteljahrsschrift 1863, Seite 32, wird behauptet, dass die Gasbeleuchtung den Topfgewächsen nachtheilig ist. «Bemerkenswerth ist es, dass nicht alle Gewächse gleichmässig vom Gase leiden; so ist z. B. beobachtet worden, dass, während einige Bejonienarten, ein Gummibaum, Epheu u. a. an den Spitzen schwarz wurden und wie verbrannt vertrockneten oder doch die Blätter verloren, die auf demselben Blumenstische stehenden Dracäneen und Palmen, ja sogar eine Bejonienart, nichts Krankhaftes zeigten. Selbst in verschlossenen Fensterkasten litten dieselben Bejonienarten, die auch im Zimmer freistehend brandig wurden, sowie andere Pflanzen, von denen einige rasch völlig zu Grunde gingen, und zwar auch solche, welche an derselben Stelle seit Jahren mit dem besten Erfolge kultivirt wurden; merkwürdiger Weise blieben hier einige Farren zartester Art, in vollem Triebe befindliche Adiantum und Selaginellen und die ebenfalls zarte Isolepsis pygmæa ganz gesund. Die Palmen hielten sich auch im Kasten unversehrt, ebenso verschiedene Cacteen.

Folgende Pflanzen litten am meisten von der Gasbeleuchtung: *Ipomea alba grandiflora*, von 4 Exemplaren gingen 3 völlig zu Grunde, eines lebt noch in kümmerlichem Zustande; *Bejonia Lapeyrusii*, vier Exemplare warfen sämtliche Blätter und Blüthen ab, *Bejonia splendida argentea* bekam brandige Blätter, 4 Exemplare litten mehr oder minder, sie beginnen jetzt wieder auszutreiben; *Hoya bella*, sämtliche Exemplare warfen alle Blätter ab; *Coffea arabica* warf ab; *Hedera helix foliis variegatis* warf sämtliche Blätter ab, vorher wurde sie brandig; *Ficus elastica* wurde an der Spitze schwarz; *Gymnogramme temontosa* ward brandig, treibt jetzt wieder aus; *Gymnogramme chrysophilla* dergleichen. Zum Treiben unter Bedeckung auf Schränke gestellte Fruchttulpen bekamen vertrocknete Spitzen, so wie sich der Trieb zeigte.» — Wenn sich auch dieses nachtheilige Factum der aus den Schwefelverbindungen durch den Verbrennungsprozess gebildeten schwefligen Säure auf die Pflanzen nicht von der Hand weisen lässt, so sucht Schilling doch theoretisch die Unschädlichkeit der Schwefelverbindungen in Folgendem nachzuweisen (N. H. Schilling, Gasbeleuchtung Seite 73): «Angenommen, dieser bedeutende Gehalt an Schwefel, den Dr. Letheby gefunden, sei richtig gewesen, so ergeben die 20 Gran Schwefel bei der Verbrennung 40 Gran schwefliger Säure. Letztere nehmen einen Raum von kaum $\frac{1}{30}$ C' ein, es würden also mehr als 3000 C' Gas erforderlich sein, um 1 C' solcher Säure zu erzeugen. Diese Quantität Gas gibt aber bei der Verbrennung zugleich etwas weniger, als eine gleiche Quantität Kohlensäure, und man kann annehmen, dass die schweflige Säure mit etwa ihrem 2000fachen Volumen Kohlensäure verdünnt sein würde. Nun ist die Kohlensäure

in jedem Raum ziemlich gleichmässig vertheilt und erreicht niemals einen Gehalt von $\frac{1}{2}$ Procent der ganzen im Raum enthaltenen Luft. Sobald sie ihr normales Mass von $\frac{1}{2}$ auf 100 übersteigt, wird die Auswechselung eine sehr rasche. Wir wollen annehmen, die Luft in einem Raum sei so mit Produkten der Gasverbrennung beladen, dass sie 0,4 Procent Kohlensäure enthalte, — alsdann würde ihr Gehalt an schwefliger Säure immer erst $\frac{1}{500,000}$ betragen. Um 1 C' schwefliger Säure zu fassen, würde ein Raum von 500,000 C' nöthig sein. Angenommen, dass durch die natürliche Ventilation gar keine Verbrennungsprodukte abgeführt würden, müssten in diesem Raum 600 Brenner eine Stunde oder 120 Brenner fünf Stunden lang brennen. Nun ist aber der Einfluss der Ventilation so bedeutend, dass nach Verlauf der respektiven Brennzeit vielleicht nicht der 20ste oder 10te Theil der Verbrennungsprodukte mehr im Lokal vorhanden ist; es würden demnach zur Erzeugung von 1 C' schwefliger Säure vielleicht 1000 bis 1500 Flammen während 5 Stunden brennen müssen. Hiernach liegt es klar auf der Hand, dass der Gehalt einer Atmosphäre an schwefliger Säure von 1 : 500,000 wahrscheinlich niemals, jedenfalls aber nur in den allergünstigsten Fällen statthaben kann.» — Auch der Londoner Chemiker F. Versmann hat Versuche angestellt, welche die Unschädlichkeit des Schwefels im Leuchtgase auf den Organismus zu beweisen scheinen (Journal für Gasbeleuchtung 4. 1861, Seite 372): «Es bildete sich beim Verbrennen des Gases neben je 4,7 bis 10,12 und 14,8 C' schwefliger Säure nicht weniger als 50,000 C' Kohlensäure, und bevor der menschliche Organismus durch den Schwefelgehalt nur irgend nachtheilig berührt würde, müsste ihn die Kohlensäure längst umgebracht

haben.» Fasst man jedoch sämtliche Produkte, welche durch den Verbrennungsprozess des Leuchtgases erzeugt werden, also Kohlensäure, Wasserdampf, schweflige Säure, unterschwefligsaures Ammoniak und vor allen Dingen die erzeugte hohe Temperatur zusammen, so wird man zugeben, dass alle diese Produkte vereinigt, besonders in geschlossenen Räumen, welche viel von Menschen besucht sind, in Theatern, Concert- und Tanzlokalen etc., wohl im Stande sind, die Atmosphäre zu verderben, und dass desshalb eine gute Ventilation dieser Lokale dringend geboten ist, wofür sich auch Pappenheim, Sanitätspolizei Bd. I. 612, ausspricht.

Das Verbrennen des Leuchtgases b) beim Kochen, c) beim Heizen.

Das Verbrennen des Leuchtgases beim Kochen und Heizen liefert ganz dieselben Bestandtheile, als dies beim Verbrennen zum Leuchten der Fall ist. Schnuhr (Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen XI. 641) vergleicht die Atmosphäre, welche durch Heizen mit Gas erzeugt wird, sehr passend mit derjenigen eines Treibhauses, die ebenfalls mit Wasserdampf und Kohlensäure geschwängert ist. Wir haben oben gesehen, dass sich der Kohlenstoff aus der Flamme auf kalten Gegenständen, wenn diese in die Flamme gehalten werden, sehr leicht niederschlägt; dies dürfte beim Kochen, wo sich der Kohlenstoff als Russ auf den Gefäßen niederschlagen würde, sehr störend sein. «Man hat desshalb das Gas in den Apparaten (Erbkam's Zeitschrift XI. 641), ehe es zur Verbrennung gelangt, mit atmosphärischer Luft gemischt und dadurch den erforderlichen Sauerstoff, welchen die Flamme sich sonst von aussen herbeiziehen musste, sogleich in dieselbe mit hineingebracht; der erhitzte Kohlenstoff findet reichlichen Sauerstoff vor, und es

zeigt sich weder ein Leuchten in der Flamme, noch eine Kohlenablagerung an den Gefäßen. Dieser letztere Umstand besonders hat das Kochen mit Gas bei den Hausfrauen so beliebt gemacht, während derselbe das Heizen mit Gas gestattete, ohne dass man nöthig hatte, für Schornsteine zur Abführung der Verbrennungsprodukte Sorge zu tragen, da bei der Gasheizung, wenn sie zweckmässig eingerichtet ist, kein Rauch entstehen kann. Die zum Kochen und Heizen angewendeten Apparate basiren sämmtlich auf dem Prinzip, das aus einer oder mehreren kleineren Oeffnungen der Gaszuleitungsröhre ausströmende Gas in einen Raum mit zugeführter atmosphärischer Luft zu mischen und dann dieses Gemenge zu verbrennen. Die Quantität des zuströmenden Gases wird hierbei durch Hähne regulirt, die Quantität der Luft aber dem durch das Verbrennen des Gemisches entstehenden Zuge überlassen.» Dadurch entsteht ein explosives Gemenge. (642.) «Um beim Anzünden desselben nicht hintereinander explodirende Wirkungen, sondern eine continuirlich fortbrennende Flamme zu erhalten, hat man dasselbe Mittel, wie Davy angewendet; man bringt zwischen der Stelle, an der die Verbrennung statthaben soll, und der Gasausströmungsöffnung einen guten Wärmeleiter an, durch den die entwickelte Wärme dem zuströmenden Gas-Luft-Gemisch fortwährend entzogen und die Temperatur derselben so niedrig gehalten wird, dass die Zersetzung nur an der Stelle der Verbrennung und nicht unter derselben erfolgen kann.» — Man benutzt dazu ein feines Drahtgewebe. Bei den Bunsenschen Brennern geschieht die Entziehung der entwickelten Wärme nicht durch ein Drahtgewebe, sondern dadurch, dass das Gas-Luft-Gemisch in einer Gasausströmungsöffnung in

bestimmtem Verhältniss nach Durchmesser und Höhe stehenden Röhre fortgeleitet wird, und an dem offenen Ende derselben verbrennt. Dann hat man auch beide Systeme combinirt. Man hat diese Einrichtung (Erbkam's Z. XI. 643, 644, 645) zu den verschiedensten Zwecken benutzt und Apparate construirt für Schneider zum Erwärmen der Bügeleisen, für Friseure und Blumenmacher zum Erwärmen der Brenneisen und Stempel; man hat sogar eine Platte construirt, wo das Eisen fortwährend warm gehalten wird; allein diese Einrichtung ist vollständig zu verwerfen, da man beim Bügeln ausser dem Wasserdampf noch die beim Verbrennungsprozess des Gases entstehenden Schädlichkeiten einathmet; auch Badewannen hat man eingerichtet, wo durch Verbrennung des Gases das Wasser in der Wanne und gleichzeitig durch die äussere Wand der Wanne das Zimmer erwärmt wird; ferner hat man Kochöfen, Bratöfen, Trommeln, in denen man Kaffee rösten und Spiessbraten bereiten kann, für Luft-Gasheizung eingerichtet. Auch benutzt man diese Einrichtung beim Löthen, «wo nicht bloss die Hitze (Erbkam's Zeitschr. XI. 648) der mit Luft gemischten Gasflammen, sondern hauptsächlich die reducirende Kraft derselben die Verwendung in chemischen Laboratorien, in Broncefabriken, bei den Klempnern etc. beliebt und allgemein gemacht hat.» Da sich jedoch das Gas zum Kochen und Heizen bedeutend theurer stellt, als die anderen Brennmaterialien, so wird es in der Wirthschaft hauptsächlich nur benutzt, um schnell etwas Wasser, Thee etc. zu kochen. «Kochherde aber, in denen nur mit Gas gekocht und gebraten wird (Erbkam's Z. XI. 636), gibt es selbst in Berlin nur sehr wenige. Ebenso selten wird das Gas zur Erwärmung von Räumlichkeiten benutzt. Nur da,

wo lokale Verhältnisse und die Baupolizei die Aufstellung anderer Oefen verhindern, oder wo es darauf ankommt, bei seltener Benutzung des Raumes schnell grosse Luftquantitäten zu erwärmen, und wo andere Heizmethoden nicht vorgesehen sind, z. B. in Kirchen, Reitbahnen und dergl., hat man in den letzten Jahren die Gasheizung angewendet, ja bei den Kirchen ist dies in Berlin ordentlich Modesache geworden.» — So grosse Vortheile auch die Heizung besonders der Kirchen durch Gas bietet (Schnelligkeit und Einfachheit der Heizung, Regulirung der Wärme, Vermeidung jeder Feuersgefahr, Vermeidung der Schornsteinanlagen etc.), «so darf man (Erbkam's Zeitschrift XI. 653), diesen Vortheilen gegenüber die entstehenden Nachtheile nicht unerwähnt lassen, wozu besonders ein beim Betreten der mit Gas geheizten Kirche sofort bemerkbarer unangenehmer Geruch gehört, welchen die Verbrennung der in der Luft schwebenden Staubtheilchen erzeugt; diese lagern sich während der Zeit des Gottesdienstes auf den Heizapparaten ab und werden alsdann beim Heisswerden derselben verkohlt. Hiergegen würde zwar jedesmalige vorhergehende sorgfältige Reinigung helfen, doch nicht immer gänzlich, denn durch das Verbrennen des Gases wird in der Nähe der Oefen ein sehr starker Luftzug erzeugt. Dieser ist nicht nur für die zunächst Sitzenden höchst lästig, sondern er führt auch fortwährend neuen Staub in die Flamme, welcher durch sein Verbrennen die sonst blaue Flamme mit röthlich sprühenden Funken versieht und durch seine Verbrennungsprodukte auf die Geruchsnerven wirkt.» — Die Verbrennungsprodukte des Gases selbst, die wir oben kennen gelernt haben, kommen natürlich, da sie nicht abgeleitet werden, auch in den

Raum, der geheizt wird. «Alle diese Nachtheile (Erbkam's Z. XI. 654) würden vermieden werden, wenn man die Verbrennungsprodukte nicht in die Luft der Kirche, sondern in die äussere Atmosphäre führen würde, wenn man also die Oefen mehr als Wärmesammler construiren und die Verbrennungsprodukte in langen Metallröhren so weit fortleiten würde, bis sie fast alle Wärme an die Luft der Kirche abgesetzt haben. Dann würde aber die Heizung mit Gas noch viel theurer werden und besonders nicht so schnell wirken. Wir sehen also, dass überall, wo Leuchtgas zur Verbrennung gelangt, wie auch beim Kochen und Heizen eine gute Ventilation durchaus nothwendig ist.

III.

Welche Erscheinungen ruft das Leuchtgas in den Organismen hervor?

A. In den Pflanzen.

Die Pflanzen bedürfen zu ihrer Existenz zwei Medien: »den Boden und die Atmosphäre«; um nun zu sehen, wie die Wirkung auf Pflanzen sei, wenn diese Medien mit Leuchtgas imprägnirt würden, wurden nachstehende Versuche gemacht. Ein Kasten, der einen Cubikfuss Rauminhalt hatte, besass auf zwei Seiten Glasscheiben, auf der dritten Seite war eine Oeffnung, durch die man die Pflanzen etc. hineinbringen konnte; diese Oeffnung konnte durch einen Deckel mit Schrauben

luftdicht verschlossen werden; an der oberen Wand des Kastens befand sich eine Oeffnung für einen Guttaperchaschlauch, der mit der Gasleitung in Verbindung gebracht wurde. — Es wurde eine *Dracæna congesta* in den Kasten gestellt; gleichzeitig befanden sich in dem Topfe eine Menge kleiner Pflanzen von Rüben; nachdem der Deckel luftdicht geschlossen, liess ich 5 Minuten durch den Guttaperchaschlauch Leuchtgas einströmen, entfernte den Schlauch und verschloss auch diese Oeffnung luftdicht. Der Kasten wurde an einen Ort gestellt, wo ungefähr eine Temperatur von durchschnittlich 12° R. war und wo das Licht durch die Glasscheiben in den Kasten dringen konnte. Schon nach 8 Stunden hingen die Rübenpflänzchen ganz welk herab. Nach 24 Stunden wurde die *Dracæna* herausgenommen, die Reaction im Kasten war sauer, während sie zuerst, als Leuchtgas eingeströmt war, alkalisch war, da das Leuchtgas Ammoniak enthielt. Die Rübenpflänzchen waren ganz welk, sowohl Blätter als Stiele, und haben sich auch nicht wieder erholt. Die *Dracæna* hatte an den obersten Blättern nicht allein an den Spitzen, sondern auch an den Rändern und in der Mitte der Blätter ausgedehnte Brandflecke bekommen; die Erde und der Topf, in dem die *Dracæna* stand, waren ganz feucht, obwohl die Erde vorher nicht zu feucht war; die Reaction der Erde war wie auch im Normalen alkalisch. Ein mit Kalkwasser gefülltes Gefäss, welches 6 Unzen enthielt, hatte einen sehr deutlichen Niederschlag von kohlensaurer Kalkerde; es schwamm auf der Oberfläche des Wassers und hatte die charakteristischen Blätterformen; filtrirt und getrocknet war es $1\frac{3}{8}$ Gran kohlensaure Kalkerde; die-

selbe entspricht 0,605 Gran Kohlensäure, wenn man Wasserstoff als Einheit annimmt.

Nimmt man x als Einheit an, so ist

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Cn. O} & \div & \text{C. O}_2 \\
 20. 8 & & 6. 15 \\
 \hline
 28. & & 22. \\
 \hline
 & & 50.
 \end{array}$$

also $50 : 22 = 1\frac{3}{8} : x$.

$x = 0,605$ Gran Kohlensäure.

Dieselbe Pflanze war zuvor auf 24 Stunden in den Kasten gestellt worden, nur mit atmosphärischer Luft, aber luftdicht verschlossen; die auf dem Wasser abgelagerte kohlensaure Kalkerde betrug $\frac{1}{2}$ Gran = 0,22 Gran Kohlensäure. Es scheint demnach, als wenn die Pflanzen das Leuchtgas in Kohlensäure und Wasser zersetzten. Wir sehen aus dem Versuche, dass das Leuchtgas, wenn es den Pflanzen statt atmosphärischer Luft angewiesen wird, das Leben derselben zu vernichten im Stande ist. Allein diese Verhältnisse dürften in der Wirklichkeit kaum vorkommen; denn wohl niemals, auch nicht in geschlossenen Räumen, dürfte die Atmosphäre durch Undichtigkeiten im Röhrensystem so mit Leuchtgas gesättigt werden, dass das Leben der Pflanzen bedroht würde. In Artus Vierteljahrsschrift 1863, Seite 32 ist zwar die Ansicht ausgesprochen, dass das aus Undichtigkeiten der Röhren ausströmende Gas den Zimmer-Pflanzen schade, allein es schaden meiner Ansicht nach in den Zimmern, wo doch wohl selten viel Gas nebenbei ausströmt, hauptsächlich die Produkte der Verbrennung des Leuchtgases, besonders die schweflige Säure und hohe Temperatur, wie dies näher beim Verbrennungsprozess angegeben ist. Man hat den Gas-

fabriken auch den Vorwurf gemacht, dass die Pflanzen und Bäume in der Nähe absterben. Es trifft dieser Vorwurf jedoch nicht das Leuchtgas selbst, sondern es sind theilweise die bei der Gasfabrikation erzeugten Nebenprodukte, theilweise die sich bei der Feuerung erzeugenden Produkte, Russ und schweflige Säure, welche nachtheilig auf das Leben der Pflanzen wirken. Allein Russ und schweflige Säure sind bei den Gasfabriken, wo meist Cokes zur Heizung angewendet werden, nicht so bedeutend, als dies bei andern Fabriken der Fall ist (H. Angenstein, Monatschrift des Gewerbe-Vereins zu Köln, Seite 328). Wenn man sich den Garten und das Gewächshaus der Gasfabrik in Köln ansieht, welche sich beide dicht in der Nähe des Gasometers befinden, so kann man eine nachtheilige Wirkung der Atmosphäre hier durchaus nicht finden. Grosse Nachtheile werden aber den Pflanzen vom Boden aus durch das Leuchtgas zugefügt. Sehr häufig entstehen Undichtigkeiten im Röhrensystem unter der Erde, die Tage lang übersehen werden; das Leuchtgas imprägnirt den Boden und wirkt durch diesen sehr nachtheilig auf die Pflanzen. Untersucht man die mit Leuchtgas imprägnirte Erde, so ist sie schwärzer, als die Erde der Umgegend, welche nicht mit Leuchtgas imprägnirt ist, und hat den penetranten Geruch nach Leuchtgas. Diese Verhältnisse sind bei Bohrungen in der Erde, wenn man Undichtigkeiten sucht, wichtige Anhaltspunkte. Dass Ausströmungen von Leuchtgas in den Erdboden grosse Nachtheile für die Pflanzen bringen, davon hat man sich in Berlin und Hamburg vielfach überzeugt, wo Alleen, Hecken und andere Pflanzungen abgestorben sind. Schilling meint, dass die Erkrankungen sehr rapide in 1—2 Tagen in Hamburg aufgetreten seien, und stets hätte sich ein

Rohrbruch nachweisen lassen. Er sagt Seite 225: «Die Krankheit der Bäume gibt sich zuerst dadurch zu erkennen, dass an Stellen nahe dem Erdboden anfänglich die Rinde schwammig wird, dann blättert der Baum ab, und zuletzt stirbt er.» Eulenberg (giftg. Gase S. 186) schreibt die nachtheilige Wirkung der Carbolsäure und dem Ammoniak zu.

Ich machte Versuche mit Pflanzen, und zwar wählte ich dazu *Dracæna congesta*, weil dieselbe die Zimmerkultur besonders gut verträgt. Die Temperatur des Zimmers, in dem die Pflanzen standen, war durchschnittlich 13° R.; sie wurden täglich mit frischem Wasser begossen. Zwei *Dracænen* Nr. 1 und 2 wurden zu Versuchen mit Leuchtgas genommen; eine *Dracæna* Nr. 3 wurde zur Controle nicht mit Leuchtgas behandelt. Alle drei Pflanzen hatten eine fast gleiche Höhe und ein gesundes Aussehen. Das Leuchtgas liess ich durch das Loch des Topfes, welches sich am Boden befindet, in die Erde strömen, und zwar täglich bei Nr. 1 15 Minuten lang, bei Nr. 2 20 Minuten lang. Leider konnten die Versuche nur immer kurze Zeit vorgenommen werden, weil dieselben im geschlossenen Raume vorgenommen wurden und das Ausströmen des Gases leicht Nachtheile auf Menschen hätte herbeiführen können. Der Geruch nach Leuchtgas war sowohl an der Oberfläche der Erde, als an dem am Boden befindlichen Loche ganz deutlich, an der unteren Oeffnung hielt er fast 24 Stunden an; die Erde wurde schwärzer, später beim Einstellen der Versuche wurde sie wieder weisser und bei Nr. 2 trockner und sandiger, als es bei Nr. 1 und 3 der Fall war. Das Einströmen des Gases wurde 12 Tage lang fortgesetzt. Schon nach 2 Tagen zeigte sich, dass Nr. 1 und Nr. 2 ein bedeutend

welkeres Aussehen hatten, als Nr. 3; nach 4 Tagen war es auffallend, besonders bei Nr. 2, wo auch das Kronenblatt welk war, was bei Nr. 1 nicht der Fall war. Dann bekamen Nr. 1 und 2 schwarze Spitzen an den Blättern; bei Nr. 2 waren diese schwarzen Spitzen grösser und nahmen an den unteren Blättern an Ausdehnung bedeutend zu, so dass einige der unteren Blätter bei Nr. 2 ganz abgestorben sind. Da sich die Erscheinungen der Vergiftung so deutlich markirten, wurde das Einströmen von Gas nach 12 Tagen unterbrochen. Nachdem 14 Tage verflossen, steht Nr. 2 noch welk und hat an den Blättern schwarze Spitzen, die nach unten zu an Grösse zunehmen. Das Kronenblatt sieht gesund und frisch aus; überhaupt hat sich Nr. 2 wieder etwas erholt. Nr. 1 hat sich noch mehr erholt, ist jedoch im Vergleich zu Nr. 3 noch welk. Die schwarzen Spitzen an den Blättern sind nicht so gross, als bei Nr. 2.

Der zweite Versuch, welcher gleichzeitig mit dem ersten verbunden wurde, bestand darin, dass ich auf die Erde der drei Töpfe gleiche Mengen Rübensamen streute. Er ging in sämmtlichen Töpfen auf, aber in Nr. 3 schneller, als in Nr. 1 und 2, und viel zahlreicher in Nr. 3, als in Nr. 1 und 2. 14 Tage nach der Pause des Einströmens von Gas standen die Pflänzchen in Nr. 3 sehr zahlreich und kräftig; in Nr. 1 spärlicher und weniger kräftig, in Nr. 2 sehr spärlich und sichtlich schlechter, als in Nr. 3 und 1. Es unterliegt daher wohl keinem Zweifel, dass die Ausströmungen von Gas in den Erdboden dem Wachsthum der Pflanzen nicht allein grossen Nachtheil bringen, sondern ich bin auch überzeugt, dass wenn Tage lang das Gas in

den Erdboden strömt, Bäume, Hecken etc. vollständig eingehen können.

«Früher galt in Berlin die Bestimmung (Erbkam's Zeitschr. XII. 540), dass die Gasröhren eine gewisse Anzahl Fusse von den Bäumen entfernt in Lehm gelegt und mit demselben fest umschlagen werden mussten; weil jedoch, wie vorauszusehen war, dadurch undichte Stellen nicht dicht gemacht wurden, so ging man wieder davon ab. Jetzt hat man zum Versuch die Anordnung beliebt, Bäume in runde, 10 Fuss weite, 5 Fuss tiefe, in Cementmörtel, 1½ Stein starke gemauerte Brunnen, gewissermassen in Töpfe und in gute Erde zu pflanzen, und hofft hiedurch, sie gegen die Gaskrankheit zu schützen. Da indess erfahrungsgemäss Cementmörtel Wasser durchlässt, so wird, glaube ich, das Gas, welches 2½ Mal so leicht als Luft, also etwa 1900 Mal leichter als Wasser ist, besonders wenn im Winter die Oberfläche der Strassen festgefroren und das Ausströmen des Gases aus etwaigen undichten Stellen der Gasröhren in die Atmosphäre erschwert ist, auch durch die Wände dieser künstlichen Baamtöpfe durchdringen, möglicher Weise auch von unten um das Mauerwerk herum mit dem Wasser gemischt aufsteigen und nach wie vor dem Wachsthum der Bäume hinderlich werden.» — Vor allen Dingen muss das Röhrensystem aus gutem Material bestehen, die Verbindungen gut sein, und dasselbe stets auf Undichtigkeiten genau controlirt werden, auf die Weise, wie oben angegeben; ausserdem müssen in Alleen von Zeit zu Zeit Bohrungen in der Erde vorgenommen werden.

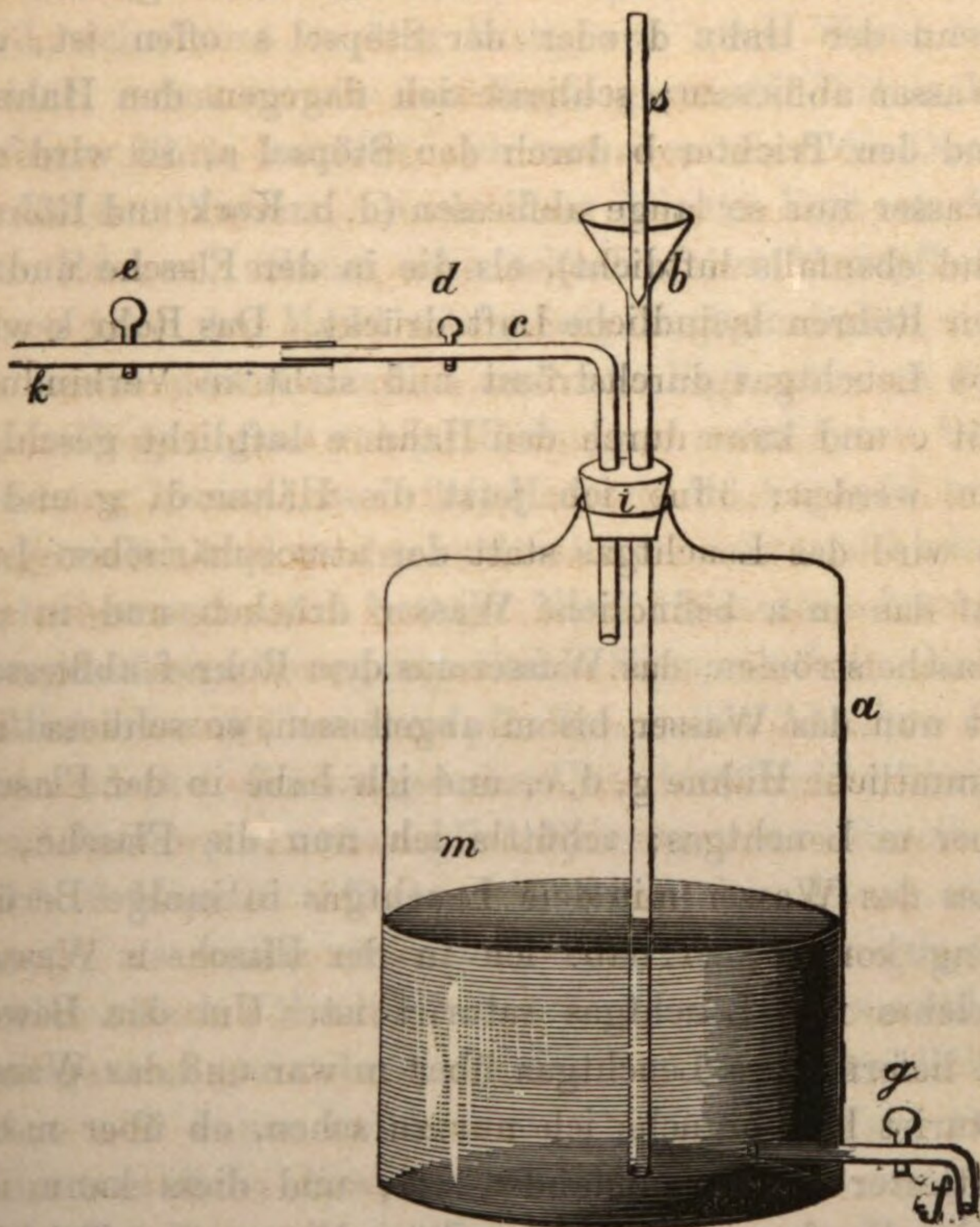
B. In den Thieren.

Experimente an Fischen.

Das Leuchtgas kann durch die Erde in Brunnen dringen und auf diese Weise das Wasser verderben; wo Röhren unter Wasser gelegt sind, kommt es bei Undichtigkeiten des Röhrensystems im Bereiche des Wassers direkt mit demselben in Berührung. Das Wasser nimmt $\frac{1}{8}$ seines Volumens an Leuchtgas auf und bekommt dadurch einen intensiven Geruch und Geschmack. Will man sich nicht auf den Geruch und Geschmack verlassen, so ist von Eulenberg (gift. Gase Seite 186) ein genaues Reagens angegeben. Man erhitzt das durch Leuchtgas saturirte Wasser und leitet die aufsteigenden Gase durch Schwefelsäure, welche durch die Anwesenheit der Kohlenwasserstoffe und Carbonsäure im Leuchtgase braun gefärbt wird. Wenn nun auch der penetrante Geruch und Geschmack des mit Leuchtgas saturirten Wassers den Menschen und den auf dem Lande lebenden Thieren den Genuss desselben verbieten würde, so bringt es doch den Thieren, welche nur im Wasser leben können, grosse Nachtheile. Die Versuche, welche ich mit Fischen machte, die ich in Wasser that, welches mit Leuchtgas saturirt war, hatten stets den Tod zur Folge. Da jetzt vielfach Röhrenleitungen durch Gewässer gehen, in denen sich Fische befinden, so dürften die Nachtheile für die Fischzucht in diesen Gewässern nicht ausbleiben.

Um an Fischen zu experimentiren, wurde Wasser mit Leuchtgas, wie es in der Fabrik erzeugt wird, gesättigt. Da der Druck von der Gasanstalt aus zu gering war, um über einer pneumatischen Wanne in eine

mit Wasser gefüllte Flasche Leuchtgas einströmen zu lassen, so wurde folgende Vorkehrung getroffen:



Die Flasche *a* ist durch den Korken *i* geschlossen, durch diesen geht der Trichter *b*, welcher durch einen eingeschliffenen Glasstöpsel *s* luftdicht geschlossen werden kann und fast bis zum Boden der Flasche reicht; *f* ist ein Rohr, wodurch das in der Flasche *a* befindliche Wasser abfließen kann, wodurch aber auch durch den Hahn *g* die Flasche luftdicht geschlossen werden kann; das in einem rechten Winkel gekrümmte Rohr *c* geht durch den Kork *i* in die Flasche *a* und ragt nur wenig in dieselbe hinein; es kann luftdicht durch

den Hahn d geschlossen werden. Fülle ich jetzt die Flasche a mit Wasser und öffne den Hahn g, so wird, wenn der Hahn d oder der Stöpsel s offen ist, das Wasser abfliessen; schliesse ich dagegen den Hahn d und den Trichter b durch den Stöpsel s, so wird das Wasser nur so lange abfliessen (d. h. Kork und Röhren sind ebenfalls luftdicht), als die in der Flasche und in den Röhren befindliche Luft drückt. Das Rohr k wird von Leuchtgas durchströmt und steht in Verbindung mit c und kann durch den Hahn e luftdicht geschlossen werden; öffne ich jetzt die Hähne d, g und e, so wird das Leuchtgas statt der atmosphärischen Luft auf das in a befindliche Wasser drücken und in die Flasche strömen, das Wasser aus dem Rohr f abfliessen. Ist nun das Wasser bis m abgeflossen, so schliesse ich sämtliche Hähne g, d, e, und ich habe in der Flasche über m Leuchtgas; schüttele ich nun die Flasche, so dass das Wasser mit dem Leuchtgas in innige Berührung kommt, so habe ich in der Flasche a Wasser, welches mit Leuchtgas saturirt ist. Um den Beweis zu liefern, dass Leuchtgas über m war und das Wasser saturirt hat, brauche ich nur zu sehen, ob über m ein luftleerer Raum entstanden ist, und diess kann ich dadurch sehen, dass ich den Stöpsel s aus dem Trichter nehme und Wasser hinein giesse. Das Wasser wird nur in die Flasche hineingehen, wenn ein Raum für dasselbe da ist. Bevor man das Wasser zu Versuchen ablässt, muss man die Flasche längere Zeit schütteln, damit dasselbe mit dem Leuchtgas in möglichst innige Berührung kommt und möglichst viel aufnehmen kann.

Zu den Experimenten wurde *Aspius alburnus* genommen, und zwar ungefähr von gleicher Grösse, meist 4 bis 5 Zoll lang.

Erster Fisch. Sobald er in das Glasgefäß, welches mit saturirtem Wasser gefüllt war, gethan wird, schwimmt er sehr hastig von einer Wand zur andern, indem er mit dem Kopfe gegen die Wände des Gefäßes fährt, schnellt sich zuweilen über die Oberfläche des Wassers. Nach einer Minute liegt er auf dem Rücken, athmet sehr schnell, aber krampfhaft, öffnet dabei den Mund sehr wenig, dagegen heben sich die Kiemendeckel ziemlich weit ab; liegt mit dem übrigen Körper ganz ruhig; Reizungen rufen keine Veränderung hervor; nach $2\frac{1}{2}$ Minuten die Augäpfel hervorgetrieben und werden zuckend nach vorn und hinten, nach oben und unten bewegt. Nach 4 Minuten schwache unregelmässige Bewegung mit den Kiemendeckeln. Nach 5 Minuten zuweilen krampfhaftes, weites Abheben der Kiemendeckel, Zuckungen des Unterkiefers; der übrige Theil des Körpers unbeweglich, Reizungen ohne Reaction. Nach 6 Minuten öffnet er zuckend den Mund sehr wenig, als wollte er angestrengte Athembewegungen machen. Nach 7 Minuten: die Athembewegungen werden geringer und ganz oberflächlich, d. h. die Kiemendeckel heben sich kaum sichtbar ab, der Mund öffnet sich kaum merklich; diese Bewegungen sind ganz unregelmässig und zuweilen von ergiebigeren unterbrochen. Bulbi machen zuckende, rotirende Bewegungen; die Vorderflossen zucken zuweilen. Nach 9 Minuten zucken die Vorderflossen zuweilen, zuweilen wird der Kopf zuckend nach rechts bewegt; Ausfliessen von Koth; Zuckungen des Kopfes nach rechts; Zuckungen der Bulbi, der vorderen Flossen werden deutlicher, häufiger; der übrige Theil des Körpers unbeweglich; das Abheben der Kiemendeckel ebenfalls zuckend, aber nur oberflächlich; Mund nicht geöffnet, es scheint, als wenn er

den Mund zu öffnen versuchte, es aber nicht vollführen konnte. Nach 10 Minuten wird wieder saturirtes Wasser zugegossen; die Vorderflossen zucken sehr lebhaft. Nach 11 Minuten gehen die Zuckungen zuweilen durch den ganzen Körper, Athem krampfhaft und ganz oberflächlich, Mund geschlossen. Nach 12 Minuten Zuckungen durch den ganzen Körper. Nach 14 Minuten noch lebhaft Zuckungen des ganzen Körpers, Athem zuckend, unterbrochen, ganz unregelmässig. Nach 15—30 Minuten: öffnet den Mund nicht, Kiemendeckel sehr oberflächlich und nur zuweilen zuckend; Augen sind unbeweglich; Reizungen machen keine Veränderung. Nach 36 Minuten die Zuckungen der Kiemendeckel sehr selten und kaum bemerkbar. Nach 38 Minuten Tod.

Section: Während die Gehirnmasse und die Unterleibsorgane im Normalen ein schmutzig graugelbes Ansehen mit einem Stich in's Bläuliche haben, sehen sie bei Nr. 1 gelblich weiss mit einem Stich in's Rosa-rothe aus; das Blut war auffallend hellroth, während es beim Normalen schmutzig braunroth aussieht. Die Färbung der Kiemen war sehr charakteristisch, sie war viel hellrother als im Normalen, sie hatten die Farbe zwischen rosa und kirschroth, während sie im Normalen schmutzig braunroth aussahen. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes ergab gleiche Resultate beim Normalen als beim Vergifteten. Die Blutkörperchen waren oval an beiden Seiten gleich abgerundet; scharf eingestellt war der Rand dunkler, dann eine hellere Parthie und in der Mitte eine dunkle Stelle (Fig. 1), wie bei

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



menschlichen Blutkörperchen; wurde die Focaldistance

etwas verringert, so wurde die dunklere Stelle in der Mitte in der Art verändert, dass sie in der Mitte selbst auch eine hellere Stelle hat (Fig. 2). Standen die Blutkörperchen auf der scharfen Kante, so boten sie das Bild (Fig. 3).

Zweiter Fisch. Sobald er in's saturirte Wasser kommt, hastige Bewegungen wie bei Nr. 1. Nach $\frac{1}{2}$ Minute fällt er auf die linke Seite, versucht sich aufzurichten (d. h. auf dem Bauche zu schwimmen), fällt aber wieder auf die Seite. Nach einer Minute liegt er auf dem Rücken, zittert mit den Vorderflossen, Athem unterbrochen und oberflächlich; öffnet dabei den Mund fast gar nicht; Zittern des ganzen Körpers. Nach 2 Minuten lebhaftes Zittern des Körpers, Athem unterbrochen, dann 2—3 Athemzüge hintereinander, aber den Mund fast gar nicht dabei geöffnet, Kiemendeckel weit abgehoben. Nach 3 Minuten Zuckungen des Körpers sehr lebhaft. Nach 6 Minuten Bulbi hervorgetrieben und Zuckungen wie bei Nr. 1. Nach 16 Minuten zuweilen Zuckungen des ganzen Körpers; Bulbi unbeweglich; Kiemendeckel heben sich nur zuweilen und ganz oberflächlich ab, mit Zucken. Nach 21 Minuten Zuckungen durch den Körper seltener, zuweilen Zuckungen nur in den Vorderflossen; Mund öffnet sich gar nicht, Kiemen nur selten zuckend und oberflächlich. Nach 26 Minuten äusserst selten oberflächliche, zuckende Bewegungen der Kiemendeckel, Mund geschlossen; leichtes Zucken der Vorderflossen. Nach 26 Minuten ganz geringe Zuckungen der Vorderflossen ohne jede andere Bewegung. Nach $26\frac{3}{4}$ Minuten zuckte die linke Vorderflosse noch ganz wenig an der innern Seite; damit hörten sämtliche Bewegungen auf.

Section. Mund und Kiemendeckel geschlossen;

besonders charakteristisch ist die Rosafärbung der Unterleibsorgane und Gehirnsubstanz. Die Kiemen von derselben Farbe wie bei Nr. 1. Blutkörperchen keine Veränderung.

Dritter Fisch. Sobald er in das saturirte Wasser kommt, Bewegungen sehr lebhaft, versucht aus dem Glase zu springen. Nach einer Minute schwimmt er auf der Seite; die Bewegungen aber noch sehr lebhaft von einer Wand zur andern; athmet lebhaft mit Oeffnen des Mundes und geringem Abheben der Kiemendeckel. Nach $1\frac{3}{4}$ Minuten hebt er die Kiemen mehr ab, Mund weniger geöffnet. Nach 2 Minuten schwimmt er auf der Seite, lebhaft Zuckungen und lebhaft Bewegungen von einer Wand zur andern. Nach $2\frac{1}{2}$ Minuten Athem frequent, Kiemen weit abgehoben, zuckend, Mund sehr wenig geöffnet, anscheinend mit Anstrengung, da man die Muskeln an den Kiefern sich anstrengend bewegen sieht. Nach $3\frac{1}{2}$ Minuten Athmungen gleich; Zuckungen durch den ganzen Körper lebhaft mit Neigung nach rechts. Nach $4\frac{1}{2}$ Minuten Zuckungen sehr ergiebig, aber ganz kurz, wie vom Blitz durchfahren und nach rechts mit dem Kopfe, den Fisch auf dem Bauche schwimmend gedacht; nach 5 Minuten Zuckungen mit dem Kopf nach rechts lebhafter, der Fisch wird dadurch bogenförmig nach rechts gekrümmt. Nach 7 Minuten Zuckungen wie vorher, Athem oberflächlich und mässig frequent, Mund sehr wenig geöffnet. Der Fisch wird in frisches, nicht saturirtes Wasser gethan, die Athembewegungen werden nach 2 Minuten wieder regelmässig mit Oeffnen des Mundes; Zuckungen hören auf, bleibt jedoch nach rechts gekrümmt. Athem langsam, aber regelmässig und mit Oeffnen des Mundes. Lebte in frischem Wasser aber noch 1 Stunde und 50 Minuten.

Section sofort nach dem Tode: Biegung des Oberkörpers nach rechts noch vorhanden, sonst ganz ebenso wie bei Nr. 1 und 2. Blut unter Mikroskop ebenfalls keine Veränderung.

Vierter Fisch. Sobald er in das saturirte Wasser kommt, sehr unruhige lebhafte Bewegungen, fällt abwechselnd beim Schwimmen zur rechten und linken Seite, bewegt sich aber dabei doch sehr hastig von einer Wand des Glases zur andern, nach $\frac{1}{2}$ Minute schwimmt er auf dem Rücken, zittert am Körper, was sich besonders am Abheben der Kiemendeckel markirt, Mund geschlossen. Nach $\frac{3}{4}$ Minuten liegt er wie todt auf dem Rücken, Reizung ohne Erfolg; nach 2 Minuten geringe Zuckungen des Unterkiefers, die immer seltener werden. Nach 5 Minuten ganz geringe Zuckungen der Vorderflossen, der übrige Körper ohne jede Bewegung. Nach 6 Minuten Tod.

Section sofort nach dem Tode: im Vergleich zu den früheren keine Veränderung. Das Blut reagirt schwach alkalisch.

Fünfter Fisch. Das saturirte Wasser hat 24 Stunden gestanden, war zwar fest zugedekelt, doch ist es gleichwohl möglich, dass Leuchtgas entwichen ist. Sobald er in das Wasser kommt, sehr lebhafte Bewegungen, versucht aus dem Gefäss zu springen, athmet sehr lebhaft, mit Oeffnen des Mundes und der Kiemendeckel, fällt nach $\frac{1}{2}$ Minute auf die rechte Seite, und bei dem Versuche, sich aufzurichten, fällt er wieder zurück. Nach 2 Minuten sehr lebhafte Zuckungen, nach 3 Minuten sehr weites Oeffnen der Kiemendeckel und Geschlossensein des Mundes, nach 4 Minuten sehr lebhafte Zuckungen wie ein Blitz durch den ganzen Körper, dabei wird der Kopf nach rechts gezogen.

Bulbi rotiren zuckend und sind hervorgetrieben. Nach 5 Minuten Abheben der Kiemendeckel sehr unregelmässig und oberflächlich; Zuckungen mit dem Kopfe nach rechts. Nach $51\frac{1}{2}$ Minuten keine Athmung, aber zuweilen noch Zuckungen mit Kopf und Vorderflossen. Nach 55 Minuten die letzten Zuckungen an der innern Seite der rechten Vorderflossen.

Section sofort nach dem Tode: Fisch etwas bogenförmig nach rechts gekrümmt, Mund und Kiemen- deckel geschlossen; Färbung der Kiemen die charakteristische hellrothe Färbung zwischen rosa und kirschroth; Gehirnmasse gelblich weiss mit Stich in's Rosa; Unterleibsorgane stark bluthaltig, Stich in's Rosaroth. Das Blut ergibt bei der mikroskopischen Untersuchung keine Veränderung.

Experimente an Kaninchen.

Erstes Kaninchen. Dasselbe hatte eine weisse Farbe; Respiration 89 in der Minute; 128 Herzschläge durch Auscultation gezählt; Temperatur in den Weichen gemessen $32,5^0$ R. Es wird in den, oben bei den Pflanzen-Versuchen beschriebenen Kasten gesetzt. Sobald Leuchtgas einströmte, putzt es noch $\frac{1}{2}$ Minute mit der rechten Vorderpfote die Schnauze, als hätte es Etwas daran, was es fortbringen wollte; nach $\frac{3}{4}$ Minuten war es wieder ruhig. Die Gefässe im Ohr, welche gut zu sehen waren, erweiterten sich und waren stark mit Blut gefüllt. Nach $1\frac{1}{2}$ Minuten fing es wieder an die Schnauze zu putzen und dreht sich rechts herum nach einer andern Ecke des Kastens; nach 2 Minuten lässt es Urin; nach $2\frac{1}{2}$ Minuten geht es aus der Ecke, indem es sich rechts herumdreht, wieder in eine andere Ecke und zwinkert mit den Augenlidern,

als sei es müde und wolle schlafen. Nach $3\frac{1}{2}$ Minuten zuckt der Kopf nach dem Nacken, Respiration 15 in der Quart; liegt bis nach $4\frac{1}{2}$ Minuten still, dann fiel der hintere Theil des Körpers nach rechts; die Bulbi prominiren, Pupille erweitert. Nach 5 Minuten geringe Zuckungen des Kopfes nach dem Nacken zu, aber mehr nach der rechten Seite; auch der Vorderkörper fiel jetzt zur rechten Seite, so dass der ganze Körper auf der rechten Seite lag; athmet in Intervallen tief, aber kurz: nach $6\frac{1}{2}$ Minuten hat jede Bewegung aufgehört; Pupille erweitert; nach 7 Minuten wieder kurze und tiefe Respirationen, 10 in $\frac{1}{2}$ Minute in ziemlich gleichen Intervallen; nach $8\frac{1}{2}$ Minuten auch die Respiration aufgehört; nach $9\frac{1}{2}$ Minuten aus dem Kasten genommen, kein Herzschlag zu hören. Es wurden Wiederbelebungsversuche gemacht, indem ein Rohr von dem mit Sauerstoff gefüllten Gasometer in den Mund des Kaninchens geleitet und durch Druck auf den Thorax die Athmung künstlich nachgeahmt wurde, allein ohne Erfolg. Die in Weichen gemessene Temperatur betrug jetzt $25\frac{3}{10}^{\circ}$ R. Nach 13 Minuten wurden die Pupillen wieder etwas enger, waren jedoch noch weiter als im Normalen. Die Hornhaut noch glänzend; After mit Koth beschmutzt. Leichenstarre noch nicht vorhanden. Nach 2 Stunden war das Kaninchen noch warm.

Section nach 5 Stunden. Leichenstarre lebhaft; Bulbi nicht mehr vorgetrieben, Pupillen normal, cornea hatte noch charakteristischen Glanz; sie war glänzend, aber doch matt; etwas milchfarbig. Kopfhöhle: Injection der blutführenden Hirnhäute nicht vorhanden; nur in der Gegend der unteren Fläche des kleinen Gehirns und der medulla oblongata war die pia mater stark injicirt. Die Consistenz des Gehirns weicht von der

normalen nicht ab; dagegen ist die Farbe der Substanz ganz entschieden verändert; während sie im Normalen eine graugelbe Färbung mit einem Stich in's Graublaue hat, ist sie hier blass weissgelblich mit einem Stich in's Rosa, ganz ähnlich der Färbung der durch Leuchtgas-Wasser vergifteten Fische; die Cortical- und Mark-Substanz unterscheidet sich daher auch nicht so deutlich, als im normalen Zustande, wo dieselbe viel heller ist, als die Corticalsubstanz; die Seitenventrikel ohne Flüssigkeit, plexus chorioidei nicht stark mit Blut gefüllt.

Brusthöhle. Luftröhre blass rosenroth, während sie im normalen Zustande graugelb aussieht, mit Stich in's Blaue, an mehreren Stellen zwischen den Trachealringen ziegelrothe Injection, die jedoch den Raum zwischen den Trachealringen nicht überschreitet, die deutlichste Injectionstelle zwischen dem dritten und vierten Trachealringe; Schleimhaut des Kehlkopfes blass mit Schimmer in's Rosa, Kehldeckel weiss. Lungen liegen in der Brusthöhle collabirt; sie haben eine blass ziegelrothe Färbung mit Stich in's Rosa, während die normalen Lungen mehr eine gelblich weissröthliche Färbung haben und nicht collabirt sind; die Lungen des vergifteten Kaninchens knisterten nicht, wenn man sie mit den Fingern drückte, während es bei den normalen der Fall war.

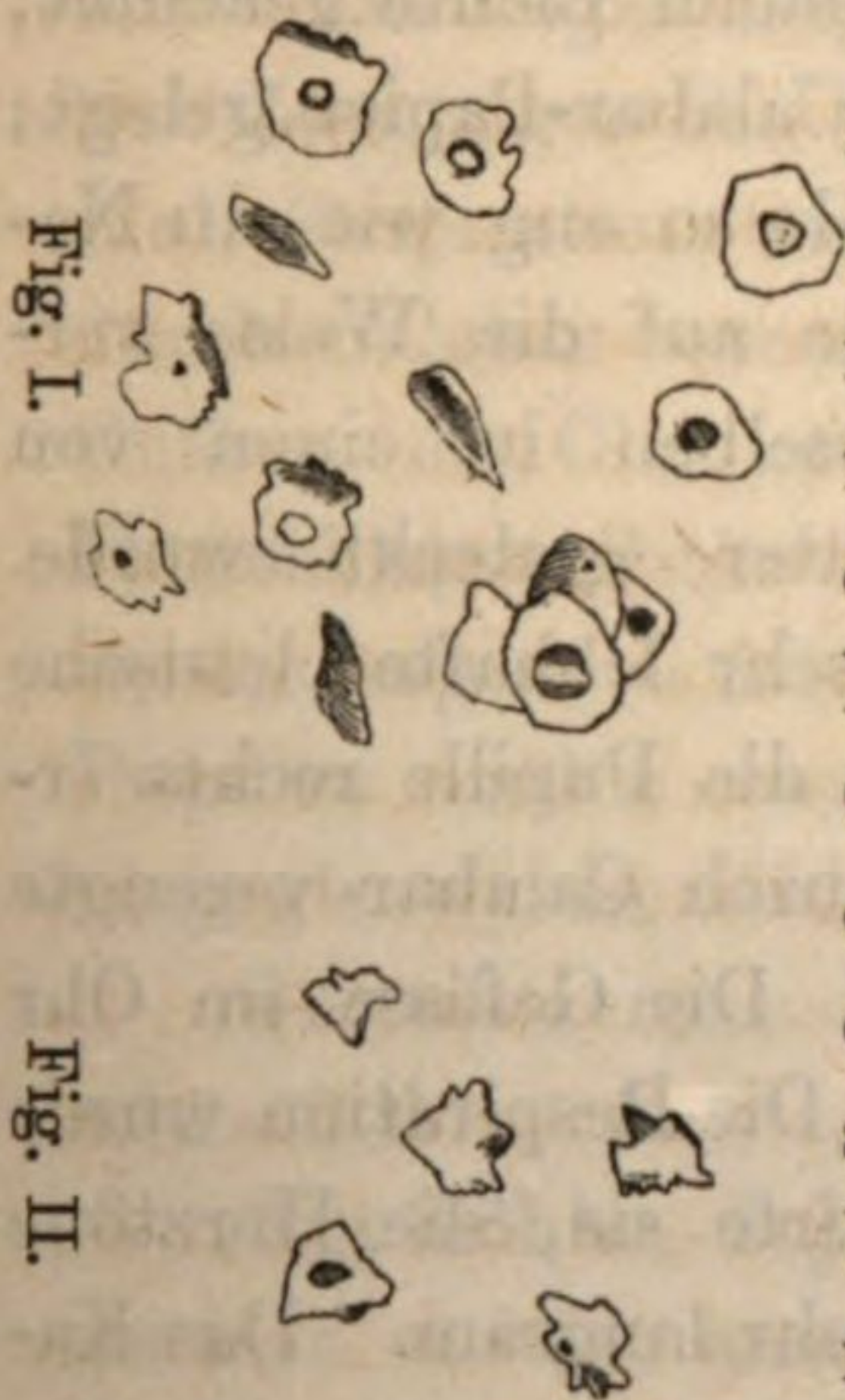
Herz. Vorhöfe stark ausgedehnt, rechter wie linker mit dunklem, geronnenem Blute angefüllt; Herzfleisch die gewöhnliche Muskelfarbe, schimmert jedoch etwas rosa, was beim normalen fehlt. Das Blut ist entschieden heller als das normale, und hat nicht so grosse Neigung zum Gerinnen.

Unterleibshöhle. Leber fast ganz dieselbe Farbe

wie das Herz, nur etwas heller und der Stich in's Rosa desshalb deutlicher, während die normale Leber mehr einen Stich in's Graubraune hat. Gefässe des Magens, Netzes, Dünndarmes stark injicirt. Nieren stark bluthaltig mit entschiedenem Stich in's Rosa.

Mikroskopische Untersuchung des Blutes.

Die normalen Blutkörperchen zeigen bei 400facher Vergrösserung die verschiedensten Formen; rund, eckig, unregelmässig sternförmig, wie Figur I zeigt; scharf conturirt, in der Mitte eine dunklere Schattirung, die aber im Centrum wieder hell ist. Am deutlichsten zeigt sich dies bei denen, welche der runden Form am nächsten stehen, und wird bei den unregelmässig sternförmigen am undeutlichsten. Die



Blutkörperchen des durch Leuchtgas vergifteten Kaninchens Fig. II waren hervorragend unregelmässig sternförmig zerrissen, es fehlte bei den meisten die dunkle Schattirung in der Mitte, nur einige hatten in der Mitte oder an der Seite einen dunkleren Punkt. Es fanden sich auch einige eckige, welche zur runden Form neigten, und diese hatten die dunklere Schattirung mit hellerem Centrum. Der Hauptunterschied scheint mir zu sein, dass die überwiegende Anzahl der vergifteten Blutkörperchen unregelmässig sternförmig ist und dass dieselben nicht die dunklere Schattirung in der Mitte haben. Das Blut wurde in allen Fällen auf die Weise untersucht, dass es in einem gläsernen Gefäss stehen

blieb, bis sich das serum getrennt hatte; das serum wurde dann zur Verdünnung genommen.

Zweites Kaninchen. Weisses Kaninchen von mittlerer Grösse. Respiration 114 in der Minute, Herzschläge so schnell, dass sie nicht zu zählen; genauer wurde auf die bei weissen Kaninchen so gut sichtbaren Gefässe im Ohr bei durchscheinendem Lichte geachtet; unter das linke Augenlid wurde Calabar-Papier gelegt; nach 2 Minuten wurde die Pupille so eng wie ein Nadelknopf. Das Kaninchen wurde auf die Weise vergiftet, dass die Schnauze desselben in einen von Leuchtgas durchströmten Trichter gesteckt wurde. Nach einer Minute entstanden sehr lebhafte clonische Krämpfe, Bulbi hervorgetrieben, die Pupille rechts erweiterte sich sehr lebhaft, die durch Calabar verengte erweiterte sich nur sehr wenig. Die Gefässe im Ohr wurden ganz entschieden weiter. Die Respiration wurde langsamer, nach 2 Minuten sistirte sie, die Herztöne waren aber noch schwach und sehr langsam. Das Kaninchen wurde vom Trichter entfernt und auf den Fussboden gelegt, und die Respiration künstlich nachgeahmt; nach 2 Minuten macht es einzelne sehr angestrengte und kurze Athemzüge in langen unregelmässigen Intervallen, nach $2\frac{1}{2}$ Minuten werden die Athemzüge etwas schneller und regelmässiger, und es richtet sich mit dem Kopfe auf; der hintere Theil des Körpers liegt ganz unbeweglich. Nach $3\frac{1}{2}$ Minuten wird die Athmung immer schneller und oberflächlicher, es zieht bei Reizung des Hintertheils dasselbe an und sitzt ganz still mit normaler Haltung; es wird von neuem gereizt, sitzt aber ganz still. Hat nach 4 Minuten 30 Athemzüge in $\frac{1}{4}$ Minute; Pupille rechts noch sehr weit, links die Calabarwirkung nicht aufgehoben; nach 6

Minuten Athmung und Haltung normal, sitzt jedoch still und scheint schläfrig. Nach 7 Minuten die Pupille rechts wieder enger, links die Calabarwirkung wieder sehr intensiv; wird das Kaninchen gestossen, so läuft es, sitzt jedoch sofort wieder still und erscheint schläfrig. Es wird von neuem der Vergiftung über dem Trichter durch Leuchtgas ausgesetzt. Nach einer Minute stellen sich Zuckungen ein, jedoch nicht so lebhaft als das erste Mal, Respiration wird langsamer, Pupillen weiter, die durch Calabar verengte wenig, Bulbi hervorgetrieben, Gefässe im Ohr erweitert; nach $2\frac{1}{2}$ Minuten todt; Herzschlag vollständig geschwunden; Gefässe im Ohr wieder enger, 5 Minuten nach dem Tode wurden die Pupillen wieder etwas enger, auch die durch Calabar verengte wurde wieder ganz eng.

Section nach 57 Minuten. Leichenstarre bereits sehr stark.

Kopfhöhle. Injection der pia mater deutlich, besonders an der untern Fläche der medulla oblongata; Farbe des Gehirns wie bei Nr. 1. Consistenz nicht verändert; Cortical- und Medullarsubstanz zu unterscheiden, doch nicht so deutlich als im normalen Zustande; die Corticalsubstanz hat einen Schimmer in's Rosa. Mit Blutpunkten ist die Gehirns substanz nicht durchsetzt.

Brusthöhle und Hals. Trachea blassroth, Schimmer i'ns Rosa; charakteristisch die Injection zwischen den Trachealringen, die Schleimhaut der cartilago thyreoidea ist an einzelnen Stellen punktförmig injicirt.

Lungen collabirt, knistern nicht, sind blass, fleischfarben, mit Stich in's Rosa und dunkleren marmorirten Stellen, entleeren bei Einschnitten dünnes, nicht zu dunkles Blut, das nicht mit Luftbläschen gemischt ist; sie

schwimmen sowohl ganz, als in Stücke geschnitten auf Wasser.

Herz etwas heller roth als im Normalen und Stich in's Rosa; Vorhöfe ausgedehnt und der linke mit dunkeln coagula gefüllt; der rechte Vorhof und die rechte Herzhälfte, welche letztere ebenfalls stark ausgedehnt, mit dünnem, nicht zu dunklem Blut gefüllt.

Unterleibshöhle. Leber etwas heller rothbraun als im Normalen; bei Einschnitten entleert sich dünnes, nicht zu dunkles Blut. Magenvenen an der kleinen Curvatur stark injicirt. Das gesammelte Blut hatte 2 Stunden in einem kleinen Gefäss gestanden; der Blutkuchen dünn, die Oberfläche etwas heller, die untere Fläche dunkler, doch waren zwei Schichten schwer zu unterscheiden; das serum sehr reichlich, klar, reagirt alkalisch. Die mikroskopische Untersuchung zeigt die Blutkörperchen meist unregelmässig sternförmig, einige zur runden Form neigend; diejenigen von den sternförmigen, welche mehr zur runden Form neigten, hatten im Centrum einen dunkleren Punkt; die Conturen waren bei allen scharf. Setzte man Wasser zu, so wurden sämmtliche Blutkörperchen vollständig rund, die Conturen wurden matter und verschwanden fast ganz, wenn viel Wasser zugesetzt wurde.

Drittes Kaninchen. Weisses, sehr kräftiges Kaninchen, 148 Respirationen in einer Minute. Es wurde genau auf die Gefässe im Ohr geachtet; Die Vergiftung geschah über dem Trichter. Nach einer Minute Zuckungen, die Gefässe im Ohr werden weiter, ebenso die Pupillen, Bulbi hervorgetrieben; dann wird Respiration langsamer, Zuckungen hören auf, nach 2 Minuten 12 Respirationen in der Quart. Nach $2\frac{1}{2}$ Minuten die Respiration noch langsamer und tiefer,

nach $7\frac{1}{2}$ Minuten sistirte die Respiration, Herzschläge sehr langsam und kaum noch zu hören. Das Kaninchen wurde vom Trichter entfernt und die von Klebs bei Kohlenoxydgasvergiftung angewandte Ergotin-Lösung 1 : 100, 30⁰/₀ haltigen Alkohols angewandt; es wurden 12 Tropfen in der Gegend des Hinterhauptes subcutan eingespritzt und das Thier dann ruhig auf den Erdboden gelegt. Nach $8\frac{1}{2}$ Minuten (die Zeit von Anfang an gezählt) fängt es wieder an zu respiriren, die Gefäße im Ohr contrahirten sich. Es hatte 13 Respirationen in $\frac{1}{2}$ Minute; die Pupillen werden enger, es fängt an, bei jeder Inspiration den Kopf nach dem Nacken zu bewegen; nach $11\frac{1}{2}$ Minuten bewegt es die Vorderpfoten, als wollte es laufen; nach 13 Minuten hat es 16 Respirationen in $\frac{1}{2}$ Minute, liegt mit dem Körper still. Nach 14 Minuten zwinkert es mit den Augenlidern, wenn man die cornea berührt; bei Reizungen des Vorderkörpers sucht es sich mit demselben aufzurichten, fällt aber wieder auf die Seite, Hintertheil unbeweglich, liegt, als schliefe es. Nach 16 Minuten: bei Reizungen des Hintertheils zieht es dasselbe an und sitzt normal, fällt jedoch mit der Schnauze auf den Boden; reizt man den Körper an einer Stelle, so richtet es den Kopf auf, derselbe sinkt jedoch wieder zur Erde, als sei es sehr schläfrig. Nach 18 Minuten 20 Respirationen in der Quart. Nach 19 Minuten Herzschläge wieder normal; nach $19\frac{1}{2}$ Minuten: Schläfrigkeit dauert fort. Nach 20 Minuten noch einmal 12 gtts. Ergotinlösung eingespritzt. Nach 21 Minuten bewegt es lebhaft Vorder- und Hinterpfoten, wenn man es auf den Rücken zu legen versucht, es läuft, wenn es gestossen wird, sitzt jedoch dann wieder schläfrig mit halb geschlossenen Lidern. Nach 23 Minuten hat

es sich vollständig erholt, läuft umher. — Wird von Neuem vergiftet. Nach $\frac{1}{2}$ Minute Zuckungen und Schreien; Pupillen erweitern sich, ebenso die Gefässe im Ohr; Respiration langsamer, nach 3 Minuten wieder Zuckungen, doch nicht so lebhaft. Nach $6\frac{1}{2}$ Minuten Tod.

Respiration und Herzschlag geschwunden; Gefässe im Ohr wieder eng; Ergotinlösung 12 gtts. eingespritzt und auf den Boden gelegt, Respiration künstlich unterstützt. Nach $11\frac{1}{2}$ Minuten noch einmal Ergotin eingespritzt, jedoch ohne Erfolg.

Section nach 45 Minuten. Leichenstarre noch nicht vorhanden.

Kopfhöhle wie bei Nr. 2.

Hals- und Brusthöhle. Trachea blassroth mit Schimmer in's Rosa, an mehreren Stellen zwischen den Trachealringen die Schleimhaut injicirt, und zwar heben sich die injicirten Stellen durch ihre dunklere Farbe sehr deutlich von der übrigen Schleimhaut ab, sie gehen nicht durch die ganze Peripherie, sondern manchmal bis zur Hälfte, zuweilen nur bis zum dritten Theil; charakteristisch ist es, dass sie sich nur zwischen den Trachealringen befinden; die Schleimhaut des Kehlkopfes, besonders der cartilago thyreoidea ist punktförmig injicirt.

Lungen dieselbe Farbe wie bei Nr. 2; auf der Oberfläche unter der pleura zahlreiche kirschrothe Flecke von der Grösse eines Nadelknopfes bis Erbse.

Unterleibshöhle bietet im Vergleich zu den früheren keine Veränderung, nur die Leber etwas heller als bei Nr. 2.

Blut. Blutkuchen etwas grösser als bei Nr. 2, doch noch immer klein zu nennen; serum reichlich, wasser-

hell, reagirt alkalisch. Blutkörperchen unter Mikroskop ganz ebenso wie bei Nr. 2. Dasselbe Verhalten bei Zusatz von Wasser.

Viertes Kaninchen; über Trichter vergiftet. Das Kaninchen war von mittlerer Grösse, grauer Farbe, 116 Respirationen in der Minute; Gefässe in den Ohren deutlich zu sehen, auf die Weite wurde genau geachtet. Nach 1 Minute Zuckungen, Respirationen langsamer, Pupillen weiter, Bulbi hervorgetrieben; Gefässe in den Ohren werden ganz entschieden weiter. Nach 3 Minuten Respiration wieder schneller, nach $3\frac{1}{2}$ Minuten wieder langsamer; die Weite der Gefässe in den Ohren steigert sich. Nach $4\frac{1}{2}$ Minuten wieder Zuckungen, darnach Sistiren der Respiration, die Gefässe in den Ohren werden anscheinend enger, als sie im Normalen waren. Nach 5 Minuten hatte die Respiration aufgehört, man hörte bei der Auscultation nur noch sehr langsame und sehr matte Herztöne. Es wird sofort Ergotinlösung 12 gtts. eingespritzt. Nach $\frac{1}{2}$ Minute stellen sich kurze, sehr seltene Athemzüge ein, die Gefässe werden wieder weiter, die Pupillen werden nach 6 Minuten wieder enger. Die Respiration wird lebhafter, nach 6 Minuten 11 Respirationen in $\frac{1}{4}$ Minute, bewegt das Ohr, nach 7 Minuten hebt es den Kopf hoch und versucht sich mit dem Vorderkörper aufzurichten, fällt aber zurück; der Hinterkörper liegt unbeweglich. Nach $7\frac{1}{2}$ Minuten zieht es den Hinterkörper an; die Gefässe sind wieder normal. Nach 8 Minuten sitzt es ganz normal, scheint etwas schläfrig; Respirationen 29 in der Quart. Nach 9 Minuten läuft es und hat sich vollständig erholt. Dasselbe Kaninchen wird zum zweiten Mal vergiftet; Respiration und Pupillen verhielten sich wie das erste Mal. Es wurde

besonders auf die Gefässe in den Ohren geachtet. Dieselben wurden zuerst allmählig weiter, dann wieder enger beim Aufhören der Respiration, und zwar auffallend. Als die Respiration aufhörte, wurde sofort auscultirt; die Herzschläge waren geschwunden; es wurde Ergotin eingespritzt, allein die Respiration kehrte kurz darauf nur ein Mal zurück. Die Herztöne kehrten zurück, unregelmässig, sehr langsam, sehr schwach und nur auf kurze Zeit. Die zweite Injection blieb ebenfalls ohne Erfolg. Die Gefässe kehrten wieder zum Normalen zurück, die Pupillen wurden ebenfalls wieder enger.

Section nach $3\frac{1}{4}$ Stunden.

Leichenstarre vorhanden, aber noch schwach, besonders Rücken und Nacken, Extremitäten noch wenig. Pupillen wieder normal, Bulbi nicht mehr hervorge-
drängt, Gefässe in den Ohren wieder von normaler Weite.

Schädelhöhle: Pia mater stark injicirt, sowohl auf der Oberfläche des grossen Gehirns, als besonders an der untern Fläche der medulla oblongata. Substanz des Gehirns nicht abnorm, Farbe wie früher, Schimmer in's Rosa; plexus choroidei injicirt.

Trachea. Schleimhaut zwischen den Trachealringen stark injicirt, die Injection geht rings herum, Farbe dunkel rosaroth, auch die Schleimhaut des Kehlkopfes punktförmig injicirt.

Lungen blass fleischfarben, mit unregelmässigen, ziemlich reichlichen, marmorirten dunklen Stellen, collabirt, knistern nicht; untere und obere Hohlvene stark mit Blut gefüllt, welches flüssig ist.

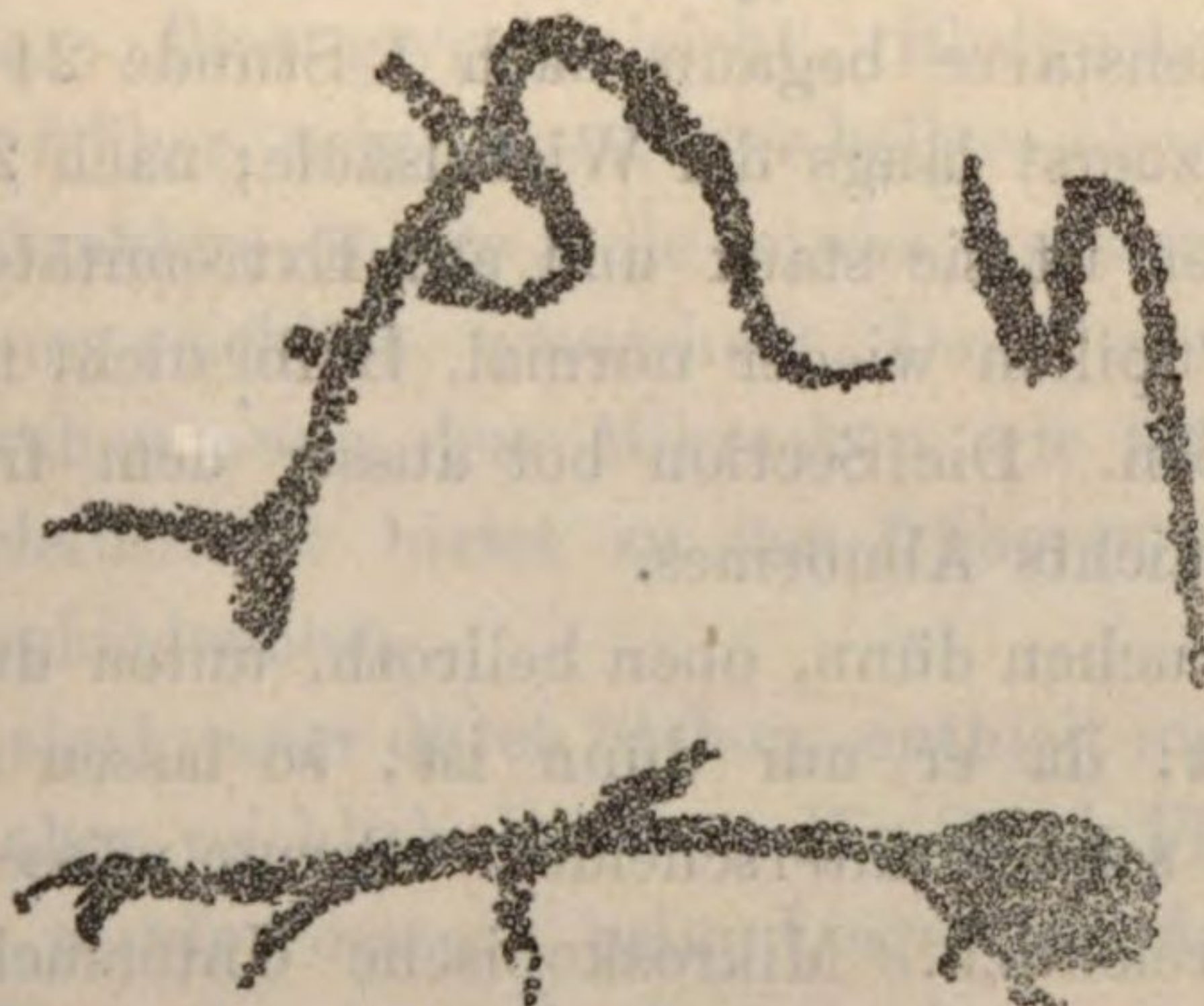
Herz: rechter Vorhof und rechter Ventrikel, linker Vorhof stark ausgedehnt, mit dunklen Blutcoagula ge-

füllt und mit dünnem Blute, welches bedeutend heller und sehr flüssig ist, linker Ventrikel mit dunklen Blutcoagula gefüllt.

Unterleib bietet ausser dem früher Erwähnten nichts Abnormes.

Urin reagirt alcalisch, ist dicklich, trübe, flackig, bernsteinfarben; gibt beim Kochen Niederschlag, der in überschüssiger Säure löslich; bildet beim Stehen einen fettigen Ueberzug; untersucht man die oberste Schichte mikroskopisch, so findet man zahlreiche Fettkügelchen in feinsten molecularer Vertheilung.

Fig. 2.



Die tiefere Schicht zeigt unter dem Mikroskop zahlreiche, den hyalinen Schläuchen ähnliche Gebilde mit Fett und kohlensaurem Kalk (Fig. 2). Blut nicht so dünnflüssig als bei den früheren, leichter zum Coaguliren geneigt. Blutkuchen lässt zwei Schichten unterscheiden, eine hellere obere und eine dunklere untere; serum nicht so reichlich, nicht so klar, sondern etwas blutig gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung ergibt die Blutkörperchen ebenso wie früher, sternförmig eingesunken, mit Wasser quellen sie auf und werden rund.

Fünftes Kaninchen. Wurde über Trichter vergiftet. Kräftiges Thier von grauer Farbe; 30 Respirationen in der Quart; die Gefässe in den Ohren eng zu nennen. Nach 1 Minute Zuckungen, Respiration langsamer. Die Gefässe in den Ohren wurden weiter; beim Sistiren der Respiration nach $2\frac{1}{2}$ Minuten wurden sie wieder enger; nachdem die Respiration aufgehört hatte, wurde sofort auscultirt, Herzschläge hatten aufgehört, Ergotin wurde ohne Erfolg eingespritzt. — Die Gefässe zogen sich wieder auf ihre normale Weite zusammen, ebenso die Pupillen.

Section nach $3\frac{1}{2}$ Stunden.

Leichenstarre begann nach 1 Stunde 24 Minuten schwach, zuerst längs der Wirbelsäule; nach 2 Stunden 40 Minuten ist sie stark und auf Extremitäten ausge dehnt. Pupillen wieder normal, Bulbi nicht mehr hervorgetrieben. Die Section bot ausser dem früher Erwähnten nichts Abnormes.

Blutkuchen dünn, oben hellroth, unten dunkelroth marmorirt; da er nur dünn ist, so lassen sich zwei Schichten schwer unterscheiden. Serum wässerig, klar, ziemlich reichlich. Mikroskopische Untersuchung des Blutes wie ad IV.

Sechstes Kaninchen. Von grauer Farbe, sehr starkes Thier. Gefässe in den Ohren sehr deutlich zu sehen, von mittlerer Weite. Wurde über dem Trichter vergiftet. Nach 1 Minute Zuckungen, Respiration langsamer, dann wieder schneller, zuletzt ganz langsam, Tod nach 6 Minuten. Die Gefässe wurden sofort nach der Einathmung von Leuchtgas weiter, dann bei den Zuckungen enger und nach Beendigung der Zuckungen wieder weiter; zuletzt als die Athmung sehr langsam wurde, wurden auch die Gefässe wieder enger,

und waren, als das Kaninchen todt war, so, wie sie im Leben waren.

Section sofort nach dem Tode.

Gefässe der pia mater sehr stark injicirt, besonders stark an der unteren Fläche der medulla oblongata; plexus choroidei ebenfalls sehr stark injicirt; sonst wie früher. Trachea zwischen den Trachealringen injicirt, Schleimhaut rosafarben.

Lungen collabirt, helle Fleischfarbe mit Rosaschimmer; knistern nicht.

Herz: rechte und linke Herzhälfte von dünnem, dunklem Blute angefüllt, ebenso vena cava superior und inferior; Blut gerinnt leicht, Blutkuchen etwas grösser als früher, zeigt eine dünne hellere obere Schicht und eine dunklere untere, die etwas grösser als die obere; serum reichlich, wasserhell. Das Verhalten der Blutkörperchen unter dem Mikroskop wie früher.

Unterleibshöhle bietet zu den früheren Sectionen keine Verschiedenheit.

Urin stark sauer durch Stehen, enthielt nicht obige Cylinder, aber reichlich Fett. — Ein Stück Fleisch aus dem psoas wurde rosaroth beim Liegen an der Atmosphäre. Die mikroskopische Untersuchung ergab keine fettige Degeneration.

Siebentes Kaninchen. Sehr grosses, weisses Exemplar; wird im Kasten vergiftet. Nach 8 Minuten geringe Unruhe, richtet sich mit dem Kopf hoch. Die Gefässe in den Ohren weiter. Nach 16 Minuten lässt es Urin; Gefässe in den Ohren weit; 26 Respirationen in der Quart, regelmässig und tief. Nach 20 Minuten Bulbi stark vorgetrieben, Pupillen erweitert, das Kaninchen wird unruhig. Nach 22 Minuten fällt es auf die rechte Seite unter Zuckungen des ganzen Körpers,

richtet sich wieder auf und liegt ausgestreckt auf dem Bauch; nach 24 Minuten fällt es wieder auf die rechte Seite, richtet sich wieder in die Höhe. Nach 25 Minuten schreit es sehr lebhaft, fällt wieder unter Zuckungen zur rechten Seite; Respiration langsamer; 27 $\frac{1}{2}$ Minuten: schreit wieder, Zuckungen lebhaft durch den ganzen Körper und besonders hintere Extremitäten; Gefässe im Ohr werden enger, 12 Respirationen in der Quart. Nach 28 Minuten Strecken der hintern Extremitäten, gleichzeitig Zuckungen durch den ganzen Körper. Nach 32 Minuten Respiration unregelmässig, 10 in der Quart. Nach 36 Minuten geringe Zuckungen der vordern Extremitäten und des Kopfes nach dem Nacken hin; nach 39 Minuten 7 Respirationen in der Quart, Gefässe im Ohr normal; nach 43 Minuten Tod.

Section nach 48 Stunden.

Leichenstarre sehr lebhaft, und blieb 6 Mal 24 Stunden bestehen, dann wurde der Leichnam fortgeworfen. Der Fäulnissgeruch war sehr mässig. — Die Pupillen normal; die Hornhaut hat noch den charakteristischen Glanz.

Gehirn bietet ausser dem Blutreichthum und der Rosafärbung keine Abnormitäten.

Rückenmark. Zwischen dura mater und Rückgratshöhle im Cervicaltheile mässiges Extravasat; Venen stark angefüllt; pia mater ebenfalls injicirt.

Lungen bieten ausser der charakteristischen blassen Fleischfarbe mit Rosaschimmer und dass sie collabirt sind und nicht knistern, keine Abnormität.

Herz war auf seiner Oberfläche stark injicirt.

Unterleib wie früher.

Muskulatur blass-rosa-farben; die Röthe tritt deutlicher hervor, nachdem die Muskeln einige Zeit an der

Luft gelegen haben. Fettige Degeneration habe ich weder im Herzen, noch im rectus abdominis, noch im psoas, noch in andern Muskeln gefunden.

Blut. Die Reaction mit Aetznatron und Chlorcalcium nach Eulenberg ganz deutlich carminroth, nach der Farbentafel von Eulenberg Nr. 1 (unten sub Diagnostik genauer beschrieben). Die Blutkörperchen unter dem Mikroskop ebenso verändert wie oben.

Urin trübe, flockig, schwach sauer, enthielt bei der mikroskopischen Untersuchung sehr viel Fett und Hippursäure-Krystalle, ausserdem einige den Hyalinen ähnliche Schläuche wie ad IV. Beim Kochen gab er einen Niederschlag, der in Salzsäure theilweise löslich war; der Rückstand des Niederschlages war fast vollständig in Aether löslich und ergab sich unter dem Mikroskop als Fett; wurde der Urin mit Aether ausgezogen, so ergab sich eine sehr reichliche Menge Fett im Reagensgläschen, schon mit blossem Auge sichtbar.

C. In den Menschen.

Vergiftungsfälle durch Leuchtgas aus der Literatur.

Von Dr. Schumacher wurden die zu Salzburg vorgekommenen Fälle in Henkes Zeitschrift XLII. 1862, Heft 1, Seite 3, 4, 5 berichtet.

1. Der Wagnermeister E. hörte am 9. Januar Morgens 3 Uhr ein heftiges Schreien in der Wohnung des St., welche sich im 2ten Stock der städtischen Fleischbank befand; Morgens 8³/₄ Uhr ging er wieder an der Wohnung vorüber, und da er dieselbe noch

verschlossen fand und durch das über der Thür angebrachte Fenster noch Licht im Zimmer des St. sah, machte er, ein Unglück befürchtend, Anzeige. Die Behörde liess die Wohnung erbrechen und fand den St. im Schlafzimmer am Boden liegend, halb erstarrt, ganz bewusstlos, in heftigen Krämpfen, indem ihm Massen von Schleim aus dem Munde quollen; dessen Tochter lag im Bette in ähnlichem Zustande. Es wurde von den meisten Anwesenden ein im Allgemeinen als unangenehm und scharf bezeichneter Geruch in St.'s Schlafzimmer wahrgenommen. Dr. Sch. fand um 9 $\frac{1}{2}$ Uhr an dem St. und seiner Tochter die unverkennbaren Zeichen bedeutenden Stickflusses; nachdem durch Wiederbelebungsversuche die dringendsten Erscheinungen beseitigt waren, wurden dieselben nach dem Hospital gebracht. Der Wundarzt G., welcher nach Aufsprengung der Wohnungsthür den St. zuerst sah, gibt an, dass er diesen ganz starr, ohne Bewusstsein, mit dem Kopfe unter dem Bett seiner Tochter, die Füsse aufgezogen, auf dem Boden liegend fand; vor dem Munde stand Schaum, der Körper war kalt und pulslos. Nach wiederholten Aderlässen und Anwendung der übrigen Belebungsversuche wurde der Puls wieder bemerkbar; das Bewusstsein kehrte erst nach 3 Stunden zurück, wo er auf Anrufen Zeichen einigen Verständnisses gab.

Der Zustand des St. ist am 11. Januar folgender: 43 Jahre alt, regelmässig und ziemlich kräftig gebaut, mager, liegt im Bett, sein Antlitz ist geröthet, der Puls auf 48 Schläge in der Minute retardirt, sonst keine objectiven Symptome zeigend. Er klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel in aufrechter Stellung, Zittern der Füsse beim Versuche zu gehen und

grosse Mattigkeit, beantwortet aber die an ihn gestellten Fragen bestimmt und deutlich, und äussert, dass er sich seit gestern Morgens 4 Uhr besser befinde, und auch seit dieser Zeit bei vollem Bewusstsein sei.

Die Tochter fand der Wundarzt G. bewusstlos, mit blaurothem Gesicht, Schaum vor dem Munde, röchelnd, im Bett, jedoch kam sie nach dreistündiger Anwendung der Belebungsversuche zu einigem Bewusstsein. Nach 2 Tagen liegt sie im Schlummer und wird erst durch wiederholtes Rütteln und Zurufen zum Bewusstsein gebracht; sie ist regelmässig, kräftig gebaut, mittlerer Grösse, gut genährt, das Antlitz stark geröthet; die Augen stier, geröthet, die Zunge an der Spitze trocken, höher geröthet; der Puls 85 Schläge in der Minute; sie fasst die an sie gerichteten Fragen langsam auf, beantwortet dieselben aber richtig, klagt über Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel, bedeutende Mattigkeit, so dass sie weder aufsitzen, noch stehen könne.

2. Henkes Zeitschrift XLII. 1862, Heft 1, Seite 8, 9, 10, 11. Der Metzger V. K., dessen Gattin, Schwägerin und Magd wurden den 9. Januar 185— nach 5 Uhr Morgens durch ein eigenthümliches Schreien des 3 $\frac{1}{2}$ jährigen Mädchens (Anna) geweckt; da dieses Schreien mit krampfhaften Streckbewegungen der Arme und Zucken anderer Theile begleitet war, so eilte V., dem selbst schon übel war, was er aber der Angst zuschrieb, zum Arzt. Als V. eben fortgegangen war, wollte die Frau in der Küche Feuer machen, kaum eingetreten, bemerkte sie einen ihr fremden, sehr widerlichen Geruch, dem bald das Gefühl von Schwindel und Ohnmacht folgte; als sie durch die Thür der in das Wohnzimmer hineingebauten Küche trat, sank sie an

dem daselbst stehenden Sessel zur Erde; die Magd wollte sie aufheben, stürzte aber während des Aufhebversuches rücklings zu Boden, und soll nach Aussage der Schwester fraisenartige Bewegungen gezeigt haben. Diese, welche wie die Uebrigen gleich beim Aufstehen Uebelsein verspürte, hielt ungefähr $\frac{1}{2}$ Stunde aus (sie hielt sich mehr entfernt von der Küchenthür auf); plötzlich bemerkte auch sie ein Zusammensinken der Glieder, sie warf schnell das auf ihrem Arme befindliche $1\frac{1}{2}$ jährige Kind auf's Bett und fiel an demselben auf ihre Kniee nieder. Als Dr. A. kam, worüber ohngefähr 1 Stunde vergangen sein konnte, hatte man die Personen bereits auf die Betten gelegt; es waren deren sechs, die Gattin, Schwägerin, 3 Kinder und die Magd. Alle wurden sofort in eine andere Wohnung gebracht und Rettungsversuche angestellt. Obgleich die drei Erwachsenen und das älteste 8jährige Mädchen auf einzelne Fragen Antwort gaben, so fehlte ihnen doch einige Zeit das Bewusstsein, welches ohngefähr nach $\frac{1}{4}$ Stunde zuerst bei der Metzgersfrau und ihrer Schwester, nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde bei der Magd und etwas später beim ältesten Mädchen wiederkehrte, und bei sämtlichen Personen sich durch Verwunderung über den Aufenthalt in einem fremden Lokal kundgab. Am wenigsten schien das $\frac{1}{2}$ jährige Kind zu leiden, welches in einer niederen Wiege in der Nähe des Fensters gelegen hatte; auch das $1\frac{1}{2}$ jährige Kind schien sich rascher zu erholen, als die Uebrigen.

Sämmtliche 6 Personen zeigten ein blasses, eingefallenes Gesicht, mit bläulichen Augenlidern und Lippen; anfänglich war, während und unmittelbar nach der Uebertragung, jede Muskelthätigkeit wie gelähmt, daher Kopf und Extremitäten schlaff und hängend; bei

dem ältesten Mädchen und der Magd trat bald Brechneigung ein, bei Ersterer häufiger und, den unbewussten Aeusserungen nach zu schliessen, schmerzhaft; es wurde aber nur wenig Schleim erbrochen, bei der Frau und Schwester war nur wenig Brechneigung vorhanden. Der Athem sämmtlicher Personen hatte denselben Geruch, wie er im früheren Lokale verspürt wurde, und war nach $1\frac{1}{2}$ 7 Uhr früh, als die Kranken einen beruhigenden Zustand boten, noch etwas bemerkbar. Die vier älteren Personen klagten, nach Wiederkehr ihres Bewusstseins, sämmtlich über Schwindel, Schmerz, Druck oder Schwere im Kopfe und Athembeklemmung, jedoch ohne Hustenreiz. Der Athem war wenig beschleunigt, der Puls fast bei Allen etwas schneller und kleiner als im normalen Zustande. Bei der Magd hielt nach der Ueberbringung in die andere Wohnung das krampfhafteste Strecken der Glieder, bei der Frau und Schwester das krampfhafteste Zittern mit Frost ohngefähr $\frac{3}{4}$ Stunden an. Appetitlosigkeit und ekelhafter Geschmack dauerten bis Abends an, nur das kleine Kind ass Mittags gern etwas Mehlbrei; die Kinder zeigten wieder lebhaftere Gesichtszüge, die Schwester und Frau waren bereits ausser Bett, nur sehr matt; die Frau und Magd hatten wieder ihr gewöhnliches Aussehen.

3. Heinkes Zeitschrift 1862. XLII. Heft 1 Seite 17 etc. Der Dr. A. hatte die Wittwe R. etwa 10 Tage in Behandlung; sie hatte einen mässigen Bronchialcatarrh und wurde darum 5—6 Tage ausser Bett behandelt; da der Catarrh nicht abnahm, sollte sie sich zu Bett legen; sie legte sich in einen Alkoven, wo sie zwei Tage verweilte. Am Morgen des dritten Tages, Morgens 3 Uhr, hatte die Frau einen Stickanfall, den vierten Tag, Morgens 3 Uhr, schlief die Frau

zwar ruhig, machte aber mit Händen und Füßen krampfhaft Bewegungen. Die Wärterin hatte Kopfschmerzen, einige andere Personen, die bei der Kranken Tag und Nacht waren, hatten Uebelkeiten, Kopfschmerz, Schwindel. Am fünften Tage, Morgens 7 Uhr, lag sie bewusstlos im Bette, im Gesicht bläulich, schwach athmend, an der rechten Radialarterie pulslos. Durch Reibungen, Waschungen und Begiessungen mit kaltem Wasser hob sich die Respiration und der Puls, die Kranke schien zu hören, gab aber kein Zeichen von Verständniss. Der Unterkiefer war fest an den Oberkiefer gepresst; in der rechten Lunge deutliches vesiculäres Athmen, Abends mit Rasselgeräuschen gemischt, 132 Pulse, das Bewusstsein nicht zurückgekehrt, die Kranke konnte nicht schlingen. Die ganze Nacht hindurch schlummerte sie, unter reichlicher Transpiration, ziemlich tiefen Athemzügen und grösser und freier gewordenen Pulsschlägen, fort. Den sechsten Tag, Morgens, wurde das Athmen allmählig kürzer und mehr beschleunigt, der Puls erreichte eine unzählbare Frequenz, die gestern noch vorhandene röthliche Hautfärbung ging allmählig in's Livide über, und vor 3 Uhr Nachmittags starb sie.

4. Falk berichtet in Canstatt's Jahresbericht 1855, Seite 105 und 106, über die von Cless im Württemberg. med. Corresp.-Bl. Nr. 45 erwähnten Vergiftungen durch Leuchtgas: «Der Eine, welcher eine Nacht in einem Lokal zugebracht hatte, wo unvermerkt Leuchtgas austrat, wurde in einem total bewusstlosen Zustand in das Hospital gebracht. Hingelegt, blieb derselbe mit geschlossenen Augen liegen, wurde aber von sehr heftigen clonischen Krämpfen der Streckmuskeln der Wirbel-

säule häufig aufgeschnellt, während er in hohem Grade an Trismus litt und starkes Zittern erkennen liess. Ueberdies bemerkte man blasse Gesichtsfarbe, starre, weite Pupillen, blutigen Schaum vor dem Munde, 130 kleine, weiche Pulsschläge, nicht fühlbaren Herzschlag, grossblasiges, feuchtes Geräusch in den Lungen, kühle Extremitäten, Einbiegung der Arme im Ellenbogen-gelenk. Nach Anwendung einer Aderlässe, eines Eisumschlages auf den Kopf und noch anderer Mittel öffnete der Patient nach einer Stunde die Augen; dabei war er unvermögend zu sprechen; die Pupillen waren contrahirt, die Respiration war noch beschleunigt, der Puls gehoben, Trismus und Congestionen hatten aufgehört. Bald darauf erholte sich der Patient, indessen klagte derselbe noch über Schwerbesinnlichkeit, Schwindel, Kopfschmerz, Ohrensausen, Uebelhörigkeit, Steifheit im Nacken, Durst, während man Abends ein ziemlich lebhaftes Fieber und zu anderer Zeit einen weichen, frequenten Puls bemerkt. — Eine andere Person, welche in geringerem Grade vergiftet war, gab auf Fragen nur zögernd Antwort, hatte einen beschleunigten Athem, starkes Zittern der Füsse, kühle Haut, kleinen, frequenten Puls, stieren Blick, bewegliche, schlaffe Gelenke, und verfiel später in einen schlummer-süchtigen Zustand, aus dem sie durch Eisumschläge, Sinapismen und andere Mittel herausgerissen wurde. Uebrigens war diese Person ebenfalls in einem ganz betäubten Zustande aufgefunden worden, hatte sich aber vor ihrem Eintritte in das Hospital unter dem Einflusse von Belebungsmitteln schon sehr bedeutend erholt. — Zwei andere Leute, die in demselben Lokal Leuchtgas eingeathmet hatten, wurden ebenfalls in hohem Grade gefährdet. Die Erscheinungen, welche

bei denselben constatirt wurden, waren die gewöhnlichen der Leuchtgasvergiftung, mit stark ausgesprochener Turgescenz zum Kopfe.»

5. Leopold, Caspers Vierteljahrsschrift Bd. XIV. Heft 2, Seite 308, erwähnt einer zu Meerane tödtlich verlaufenen Leuchtgasvergiftung, die dadurch entstanden war, dass der Spund aus einer Nebenröhre durch das Gas herausgedrückt worden war. Am 22. Dezember 1856 Morgens nahm Dr. C. mit dem Polizei-Aktuar den Leichnam eines Gesellen des Schleifermeisters G. in Augenschein. In einem Parterre-Zimmer, wo der Leichnam lag, roch es stark nach Leuchtgas, in Folge dessen jeder der Anwesenden über Druck auf der Brust und erschwertes Athemholen klagte. Der Meister hatte sich schon den 21. Dezember Nachmittags wegen Unwohlseins und Erbrechens in die auf dem Oberboden befindliche Schlafkammer gelegt. Auch zwei Kinder des in demselben Parterre wohnenden S., von denen das eine vier, das andere ein Jahr alt war, litten am Morgen des 22. Dezember an Betäubung, Anästhesie, Kurzathmigkeit, und in der Parterre-Wohnung des Nebenhauses waren die Frau und Kinder des B. H. von Schwindel, Uebelkeit und Abgeschlagenheit der Glieder auf mehrere Stunden befallen worden. Der Geselle hatte sich den 21. Dezember Abends 10 Uhr ganz wohl in das Parterre-Zimmer auf die Dielen zur Ruhe begeben. Am 22. Dezember Morgens 7 Uhr fand ihn die Tochter todt; er hatte vor dem Tode Erbrechen gehabt, auch Koth hatte sich entleert. Die Augen waren glänzend, der ganze Körper fühlte sich überall, besonders auf Brust und Unterleib, noch warm an, nur Hände und Füße waren kühl geworden.

6. Aus der österr. Zeitschrift für prakt. Heilkunde 1862 Nr. 49 sind von Eulenberg Seite 165 folgende Fälle erwähnt: «Am 27. November 1862, Morgens 6 Uhr, wurde zu Wien ein Schneider nebst Frau und Tochter bewusstlos und eine 14jährige Tochter, die bei der Mutter lag, bereits todt gefunden. Nachdem ein Aderlass, ein Emeticum die Wiederbelebung nicht zu erzielen vermochte, wurden die drei erstgenannten Personen um 10 Uhr Vormittags in's Wiener Krankenhaus gebracht. Bei dem 54jährigen Mann war Bewusstlosigkeit, etwas Cyanose des Gesichts vorhanden; Schaum vor dem Munde; das Athmen ruhig und langsam; die Expirationsluft von eigenthümlichem Geruche, der Puls beschleunigt, sehr klein. Bei künstlicher Anregung der Bauchpresse wurde eine gelbliche, fast kothähnliche Flüssigkeit erbrochen. Die Bewegungen der Lider und Bulbi erfolgten anscheinend willkürlich; dagegen war bei allen drei Personen Trismus vorhanden, der durch Husten oder Erbrechen jedesmal momentan unterbrochen wurde; ferner tonischer Krampf der meisten Muskeln des Stammes und der Extremitäten, so dass der Patient nur schwer in eine sitzende oder kauende Lage zu bringen war; insbesondere Krampf der Beugemuskeln des Vorderarmes. Der Kranke wurde mit kaltem Wasser douchirt, frottirt und warm eingehüllt im Bette gelassen. Allmälige Reaction der Pupillen, Hebung des Pulses, zeitweiliges Nachlassen des Trismus. Um 3 Uhr Morgens Rückkehr des Bewusstseins, während die krampfhafteste Steifheit des Körpers, die Starrkrämpfe und ein Rest des Trismus erst im Verlaufe der nächsten Tage sehr allmählig schwanden und die Apathie etwas nachliess.

«Die 18jährige Tochter war ebenfalls bewusstlos,

cyanotisch. Die Augen wurden geöffnet und bewegt. Die physiognomischen Muskeln der obern Gesichtshälfte schienen heiteren Traumvorstellungen zu gehorchen, dabei Trismus, fast ununterbrochener Beugekrampf im Vorderarm, röchelnder Athem, sehr kleiner, beschleunigter Puls; trotz der häufigen Douche und des Frot-tirens, worauf stets reichlicher Schweiss eintrat, verschlimmerten sich die Symptome. Das Athmen wurde laut und schnarchend, Schaum trat mit jedem Athemzuge aus dem Munde, und am dritten Tage Abends erfolgte der Tod. Während der letzten 24 Stunden vor demselben vollständige Bewegungslosigkeit beider Bulbi und der Augenlider, Faltung der Cornea (?) und eine fast bleifarbigte Blässe der Haut. Der Trismus und der übrige Krampf liess wenige Stunden vor dem Tode nach.

«Bei der 52jährigen Mutter dieselbe Reihenfolge der Symptome. Sie starb am vierten Tage Vormittags. Nur trat am vierten Tage noch eine Bronchitis hinzu. Das Athmen war niemals schnarchend und die Gesichtsfarbe weniger verändert.» —

7. Ferner berichtet Eulenberg Seite 166 und 167 über die von Devergie in Fourdes's Relat. medic. erwähnten Fälle Folgendes:

«Im Magazin eines Kaufmanns zu Paris hatte sich (1830) ein starker Geruch nach Leuchtgas verbreitet. Gegen 2 Uhr Morgens erwacht ein Diener, welcher zu ebener Erde schlief, in einem Zustande von Betäubung und Erstickung. Er vermag noch auf den ersten Stock zu gehen, und zwar zu einem andern Diener, welcher laut jammerte. Er findet ihn bewusstlos, mit Schaum im Munde, im Erbrechen und von heftigen Convulsionen ergriffen. Auf dem zweiten Stock sucht er den zweiten

Diener auf, welcher zwar aufstehen und die Treppe hinuntergehen kann, alsdann aber ohnmächtig zusammensinkt. Auf dem vierten Stock weckt er den dritten Diener auf; derselbe macht unbehülliche und vergebliche Versuche, sein Bett zu verlassen. Er fängt an zu weinen, fällt auf das Kopfkissen zurück und verliert die Besinnung. Ein vierter Diener hört gar nichts mehr und kommt gar nicht aus seiner Betäubung heraus. Der convulsivisch ergriffene Diener bleibt ohne Bewusstsein und bietet alle Erscheinungen einer starken Gehirncongestion dar. Das Gesicht ist geröthet, die Respiration stertorös und die Pupillen erweitert. Fünf Aderlassversuche geben nur wenig Blut. Zwischen 5 und 6 Uhr hat er mehrmaliges Erbrechen. Tod um 8 Uhr. Die Anderen bekommen nach einem Aderlass allmählig ihr Bewusstsein wieder. Gegen 10 Uhr Morgens fühlten sie nur eine grosse Schwäche und Schläfrigkeit. Nach 2 Tagen Wiederherstellung.» —

8. Aus Fourdes's Relations medic. des asphyxies occasionées à Strasbourg par le gaz de l'éclairage 1841 Seite 77 berichtet Eulenberg Seite 167, 168, 169:

«Bei einer Vergiftung durch Leuchtgas zu Strassburg überlebte die Mutter ihren Mann, ihre beiden Söhne, ihre Tochter und Magd. Nach ihrer Genesung erzählte sie, dass sie schon am 28. Dezember 1840 ein Schwächegefühl, Kopfschmerz und Erbrechen bekommen habe. Am 31. Dezember vermehrte sich dieses Unwohlsein. Sie klagte über Schwindel und grössere Schwäche. Trotz des aussergewöhnlichen Gasgeruchs wird darauf nicht geachtet. Sie weiss noch, dass gegen 9 Uhr ihr Mann, ihre beiden Söhne und das kleine Mädchen schlafen gegangen, aber von diesem Augen-

blick an hat sie alle Erinnerung verloren. Es war bei ihr nur die Empfindung eines peinlichen Traumes zurückgeblieben; 40 Stunden lang war ihr Bewusstsein ganz geschwunden. Starke Contusionen am Kopfe und an der Schulter sprachen für überstandene convulsivische Anfälle. Am 2. Januar Morgens wurde sie eiskalt und ganz blass angetroffen. Sobald die Fenster geöffnet werden, versteht sie deutlich die ersten Worte, welche die Anwesenden aussprechen. Eine Stunde nach den Wiederbelebungsversuchen kehrten deutliche Pulsationen in der art. radialis zurück. Die Respiration wird regelmässig und das Schlucken ist wieder möglich. Das Bewusstsein ist zurückgekehrt, aber das Sensorium ist noch nicht frei. Nachmittags ist die Circulation normal und die Respiration beinahe natürlich. Das Gesicht wird roth, aber die Kranke liegt noch unbeweglich auf dem Rücken. Die rechte Hand und das rechte Bein ist gelähmt. Während der Nacht Fieber mit starkem Durst. In den drei ersten Tagen fortschreitende Besserung; Genuss von leichten Nahrungsmitteln. Ein leichter, seltener Husten, sonst leichte Respiration. Das Sensorium wurde erst nach 48 Stunden ganz frei. Die Kranke kann die rechte Hand wieder erheben, während sie im rechten Bein ein schmerzhaftes Kriebeln empfindet. Gegen Ende Januar bewegt die Kranke die rechte Hand wieder und geht mit Unterstützung. In den ersten Tagen des Februar findet sich noch eine Schwäche im rechten Bein.

«Der Mann dieser Frau wurde am 2. Januar ganz asphyctisch auf dem Bette liegend gefunden. Die Kinnladen lagen fest aufeinander, Schlucken unmöglich, die Haut kalt, Puls unfühlbar, Gesicht blass. Nach Reibungen gegen 2 Uhr Nachmittags Puls wieder fühl-

bar. Alle Glieder sind wie gelähmt. Unwillkürliche Koth- und Urinentleerung. Nach einem Aderlasse Erleichterung der Respiration; dieselbe wird aber bald wieder beschwerlich; Schleimrasseln entsteht und der Puls wird schwächer. Um 5 Uhr Morgens Tod, ohne vorhergegangene Convulsionen.» —

9. Ferner erwähnt Eulenberg Seite 168 einen von Otto in der Gaz. Sard. 1858, 3, 4 beschriebenen Fall:

«Ein in der Turiner Gasanstalt beschäftigter Arbeiter stürzte in Folge von eingeathmetem Leuchtgase plötzlich bewusst- und bewegungslos hin. Die Respiration wurde alsbald kurz, stertorös, langsam; der Puls kaum fühlbar. Reichlicher, klebriger Schweiss. Das Gesicht ist entstellt, und vollständige Bewusstlosigkeit hielt bis zum andern Morgen an, wo nach starker Antiphlogose auch die übrigen Erscheinungen sich besserten.»

10. Dr. Pauli in Cöln theilt folgenden Fall mit:

«Im März 1861 wurde ich in früher Morgenstunde zu einer Dienstmagd gerufen, die von ihrer Herrin angeblich todt im Bette gefunden worden war, und traf dieselbe mit dunkel geröthetem Gesicht, die Bulbi prominirend, Pupillen erweitert, Schaum vor dem Munde, Puls nicht fühlbar, Herztöne sehr matt und sehr langsam, Respiration sistirt, Convulsionen nicht vorhanden. Der intensive Geruch nach Leuchtgas brachte mich sofort auf den Gedanken, dass es sich im vorliegenden Falle wohl um eine solche Vergiftung handeln dürfte, eine Annahme, die bald durch folgende Mittheilung zur Gewissheit wurde. Man hatte Tags vorher ein neues Quartier bezogen und in dem für die Dienstmagd be-

stimmten Schlafzimmer zum Aufhängen von Kleidungsstücken Nägel in die Wand geschlagen, von denen ein solcher in die in der Wand verlaufende Gasröhre gedrungen und in Folge dessen aus der Oeffnung das Gas in das Schlafzimmer geströmt war. Eine Transferirung der bezeichneten Person in ein anderes Zimmer, dessen Fenster ich noch alle vollständig öffnete, hatte schon eine Viertelstunde vor meiner Ankunft stattgefunden. Da Bespritzungen mit kaltem Wasser und andere anregende Mittel erfolglos blieben, machte ich einen Aderlass, der ein sehr dunkles Blut ergab. Nachdem einige Unzen entleert worden waren, erfolgte plötzlich eine tiefe Respiration, der bald mehrere folgten, und die Respiration wurde sehr bald ganz regelmässig. Nach Beendigung des Aderlasses von circa einem Pfunde Blut war die Patientin schon so weit wieder hergestellt, dass sie mit meiner Unterstützung zu dem am offenen Fenster stehenden Stuhle gehen konnte. Sie klagte über Eingenommenheit des Kopfes, die jedoch nach ungefähr 2 Stunden vollständig geschwunden war. Am andern Tage ging sie ganz hergestellt ihren gewohnten Arbeiten nach.»

Symptome bei Thieren und Menschen.

Husemann Toxicologie S. 658 unterscheidet 1) eine leichte Form der Vergiftung durch Einathmung geringer Mengen von Leuchtgas; 2) eine schwere Form durch länger fortgesetzte Einathmung; 3) eine schwere Form durch plötzliche Einwirkung reichlicher Mengen. Da man fast bei allen Vergiftungen, vielleicht mit Ausnahme derer, wo plötzlich sehr grosse Mengen von Leuchtgas eingeathmet werden, 4 Reihen von Symptomen

unterscheiden kann, so theilt man, wie es auch Eulenberg gethan hat, dieselben wohl am besten in 4 Stadien. 1) Das Stadium der Betäubung; 2) das Stadium der Convulsionen; 3) das Stadium der Asphyxie; 4) das Stadium der Erholung und Nachkrankheiten.

I. Das Stadium der Betäubung.

Bei Fischen wird dieses Stadium, wie wir aus sämtlichen Versuchen ansehen, durch sehr grosse Unruhe eingeleitet, denn sobald die Fische in das mit Leuchtgas saturirte Wasser gethan wurden, machten sie sehr hastige Bewegungen und versuchten aus dem Gefässe zu springen; die Respirationsbewegungen werden frequenter als im normalen Zustande, sind aber regelmässig; es öffnet sich dabei der Mund und die Kiemendeckel heben sich ab, was sich im zweiten Stadium anders gestaltet. Dann fällt der Fisch auf die Seite, versucht sich aufzurichten, bis er es nicht mehr im Stande ist, und schwimmt dann auf dem Rücken. So lange er noch Versuche macht, sich aufzurichten, sind die Bewegungen noch hastig, sobald aber diese Versuche aufgehört haben, liegt er ganz ruhig auf dem Rücken.

Bei Kaninchen lässt sich ein Unbehagen nicht verkennen, denn wie wir aus dem ersten Versuche ansehen, geht das Kaninchen aus einer Ecke in die andere und putzt die Schnauze mit der Vorderpfote, als wollte es Etwas entfernen. Die Respiration ist im Anfang, wo kleine Quantitäten Leuchtgas zugeleitet werden, nicht verändert; werden grosse Quantitäten zugeleitet, wird sie etwas schneller; meist tritt Urin- und Kothentleerung ein. Die Gefässe in den Ohren erweitern sich, sobald die Kaninchen anfangen, Leuchtgas einzuathmen. Das

Aussehen ist müde; Schliessen und Zwinkern der Augenlider.

Die Müdigkeit im ersten Stadium beobachtete ich auffallend bei einem kleinen Schwälbchen (der Versuch ist oben nicht angeführt), dem ich 12 gtts. Wasser, welches mit Leuchtgas saturirt war, unter die Haut spritzte. Es sass kurz darauf ganz ruhig, schloss die Augen und schien zu schlafen, erwachte jedoch bei jedem kleinen Geräusch, schloss aber die Augen sofort wieder; diese Müdigkeit dauerte 2 Minuten an, und nachher war es wieder ganz munter; der öfter wiederholte Versuch ergab ganz dasselbe Resultat; andere Erscheinungen traten nicht ein.

Tauben, welche Leuchtgas mit atmosphärischer Luft einathmeten, zeigten nach den Versuchen von Eulenberg Seite 160, 162 im ersten Stadium Unruhe, Schwanken, endlich Hinfallen.

Bei Menschen findet in den meisten Fällen Uebelkeit statt, wie ad 2 beim Manne V., seiner Frau und deren Schwester; ad 3 bei den Wärterinnen, ad 5 bei einer Frau und den Kindern derselben; seltener kommt es im ersten Stadium zur Brechneigung oder zu wirklichem Erbrechen, wie ad 8, wo die Mutter, und ad 5, wo der Meister im ersten Stadium Erbrechen hatten. Brechneigung und Erbrechen kann in allen Stadien auftreten, denn ad 2 trat Brechneigung beim ältesten Mädchen und der Magd im dritten Stadium ein, ad 7 hatte der Diener im ersten Stock bei heftigen Convulsionen, also im zweiten Stadium, Erbrechen. Kopfschmerz, Schwindel, Ohnmacht fehlen selten; wir finden im zweiten Falle bei der Frau Schwindel und Ohnmacht, im dritten Falle bei den Wärterinnen Kopfschmerz und Schwindel, ad 5 litt eine Frau und deren

Kinder an Schwindel, im achten Fall wurde der im zweiten Stock befindliche Diener beim Herabgehen der Treppe ohnmächtig; der Diener im vierten Stock, als er geweckt wird, richtet sich auf, fällt aber ohnmächtig auf das Kopfkissen zurück. Kommt es nicht zur Ohnmacht, so findet man öfter Schwächegefühl und Abgeschlagenheit der Glieder (ad 8 bei der Mutter, ad 5 bei der Frau und deren Kindern), die sich so steigern können, dass die Personen zusammensinken, wie ad 2 die Köchin und Schwester der Frau. — Zuweilen schreien die Personen (ad 1), oder weinen (ad 7 der Diener im vierten Stock).

II. Das Stadium der Convulsionen.

Unter Krämpfen versteht man (Romberg, Lehrbuch der Nervenkrankheiten, III. Auflage, Bd. I. pag. 335): «erhöhte Erregbarkeit und gesteigerte Erregung der motorischen Nerven, — als Ausdruck dieser Erregung Muskelcontraction in flüchtig wechselnder oder beharrlicher Erscheinung, clonischer oder tonischer Krampf. Auch im tonischen Krampf ist nur die Erscheinung eine beharrliche, in der That setzt sich die anhaltend erscheinende Spannung aus einer grossen Menge rasch aufeinander folgender Contractionen zusammen. — Vorübergehende Contractionen belegt man mit dem Namen Zuckungen; sind dieselben im schwächeren Grade vorhanden, so entsteht Zittern, permanent bleibende Contractionen nennt man Contracturen.»

Bei Fischen waren die Krämpfe sowohl tonischer, wie clonischer Art; die clonischen Krämpfe gingen meist durch den ganzen Körper (Versuch I, II, III), doch zuckten auch gleichzeitig einzelne Theile, z. B. die Bulbi, stets; bei I, III, V wurde der Kopf zuckend

nach rechts bewegt, Zuckungen der Flossen wurden bei I, II, IV, V beobachtet; tonische Krämpfe zeigten alle, denn sämtliche hatten Trismus; sie athmeten mit geschlossenem Munde und versuchten, wie man aus der gespannten Muskulatur sah, den Mund zu öffnen, was ihnen aber nicht gelang; als Ersatz wurden die Kiemen-deckel sehr weit abgehoben. Als tonischer Krampf ist auch die bogenförmige Biegung des vorderen Körperteiles nach rechts zu bezeichnen, die selbst nach dem Tode noch anhielt (IIV). Die clonischen und tonischen Krämpfe finden neben einander statt; die Krämpfe finden wir von der niedrigsten Stufe, dem Zittern an (II, IV), bis zur höchsten Stufe, der permanent bleibenden Contraction. Die Bulbi sind hervorgetrieben.

Bei Kaninchen stellten sich die clonischen Krämpfe nach einer Minute sehr lebhaft ein, wenn das Leuchtgas direkt eingeathmet wurde (II, III, IV, V); ad I, wo das Leuchtgas mit atmosphärischer Luft gemischt war, fanden nur Zuckungen des Kopfes nach dem Nacken, und zwar mehr nach der rechten Seite statt; ad VII fanden heftige clonische und tonische Krämpfe statt; charakteristisch ist die Bewegung nach rechts; das Kaninchen 7 fiel auf die rechte Seite; die Zuckungen der Fische waren auch mit dem Oberkörper nach rechts. — Die Bulbi prominirten stets stark, die Pupillen waren stets erweitert; die Calabarwirkung (ad II) wurde fast gar nicht beeinträchtigt. Die Gefäße in den Ohren schienen wieder etwas enger zu werden (V); die Respiration vermindert sich fast gar nicht. Die von Eulenberg gemachten Versuche ergeben ebenfalls clonische Krämpfe, in einem Falle tetanisches Strecken, ferner Erweiterung der Pupillen; auf das

Hervorgetriebensein der Bulbi und die Erweiterung der Gefäße in den Ohren ist nicht geachtet.

Bei Menschen stellt sich, sobald Krämpfe eingetreten sind, auch stets Bewusstlosigkeit ein, wie wir ad I sehen, wo St. heftige Krämpfe hat und bewusstlos ist; auch ad 4 finden wir in beiden Fällen Krämpfe im Verein mit Bewusstlosigkeit; ad 7 hat der Diener im zweiten Stock heftige Convulsionen und Bewusstlosigkeit. Tritt die Vergiftung sehr langsam auf, so scheint es, dass die Krämpfe längere Zeit bestehen können, ehe das Bewusstsein verloren geht; ad 3, wo die Wittve am vierten Tage Krämpfe hatte und erst am fünften Tage das Bewusstsein verlor. Die Krämpfe sind clonischer und tonischer Art, und treten sowohl jede Form einzeln, wie auch combinirt auf. Die Heftigkeit und Dauer scheint von der Menge des eingeathmeten Leuchtgases abzuhängen; die Krämpfe können bis zum Tode dauern, meist schwinden sie aber im dritten Stadium, um kurz vor dem Tode wiederzukehren. Trismus ist in den meisten Fällen vorhanden. Häufig werden die Beuge- und Streckmuskeln von Krämpfen befallen. Die Pupillen sind erweitert (ad 4, 6, 7 a), Blick stier (4, 6). Auch Schwerhörigkeit tritt zuweilen ein.

III. Das Stadium der Asphyxie.

Bei Fischen ist das dritte Stadium wenig ausgeprägt. Die Zuckungen halten auch durch dieses Stadium an, doch sind sie seltener und nicht so lebhaft; die letzte Zuckung scheint an der inneren Seite der Vorderflossen stattzufinden (II, IV). Der Körper liegt, wenn keine Zuckung stattfindet, ganz ruhig auf dem Rücken, und wenn der Fisch nicht athmete, würde

man ihn für todt halten; Reizungen sind ohne Erfolg; es scheint also sowohl die Mobilität, wie die Sensibilität im dritten Stadium erloschen. — Die Sensibilität erlischt jedoch, wie Klebs bei Kohlenoxydvergiftung an einem Frosche zeigte, früher; während die hinteren Extremitäten bei Reizung keine Reaction zeigten, machte er von selbst Sprünge, auch wenn er nicht gereizt war. — Die Respiration wird sehr langsam und findet mit geschlossenem Munde und weit abgehobenen Kiemendeckeln statt.

Bei Kaninchen werden die Gefässe im Ohr im dritten Stadium wieder weiter; je langsamer jedoch die Respiration wird, desto enger werden sie wieder, bis sie beim Tode ihre normale Weite haben (ad V und VII). Die Respiration wird sehr langsam und unregelmässig, kurz, aber ziemlich tief; die Anzahl der Respirationen vermindert sich fast um das Vierfache; bei Nr. 1 waren 20 Respirationen in der Minute. Die Herztöne sind sehr schwach, langsam, Anfangs noch regelmässig, dann unregelmässig, bis sie zuletzt ganz aufhören. Die Respiration sistirt eher, als die Herzactionen. Im Stadium der Asphyxie treten auch die Lähmungserscheinungen auf, und zwar wird zuerst die untere Parthie des Rückenmarks ergriffen, denn wir sehen ad 1, dass das Kaninchen zuerst mit dem hinteren Theile des Körpers nach rechts fiel, während es auf den Vorderpfoten noch sicher stand; darauf fiel es auch mit dem Vorderkörper zur rechten Seite. Eulenberg hat Seite 161 dieselbe Beobachtung gemacht: «die vorderen Beine bewegen sich beständig, während die Hinterbeine ganz unbeweglich bleiben.»

Bei Menschen wird das Gesicht bald als blau-roth und cyanotisch bezeichnet (1, 6), bald als blass

und eingefallen, mit bläulichen Augenlidern und Lippen (2 bei sämtlichen 6 Personen), auch ad 4 und 7 wird das Gesicht als blass angegeben. Die Pupillen bleiben erweitert, wie im zweiten Stadium, ebenso können die Krämpfe andauern, doch treten meist Lähmungserscheinungen ein (ad 2, wo die Extremitäten schlaff herabhängen; ad 8, wo der rechte Fuss und die rechte Hand gelähmt waren). Die Extremitäten sind meist kühl. Die Respiration ist verlangsamt (3), röchelnd (1) oder schnarchend (6) und hat Geruch nach Gas (2), der aber auch schon früher auftreten kann; die Asphyctischen haben meist Schaum vor dem Munde (1, 6, 7), der zuweilen mit Blut gemischt ist (4); Puls klein, kaum zu fühlen und frequent (3, 4); der Puls kann auch fehlen (8). Wenn man nach der Beobachtung an Kaninchen urtheilt, wo die Zahl der Pulsschläge und die Höhe der Pulswelle mit der Dauer der Asphyxie abnahm, so fragt es sich, ob die Beobachtungen ad 3 und 4 bei Menschen, wo 130 und 132 Pulsschläge in der Minute gewesen sein sollen, richtig sind.

IV. Das Stadium der Erholung und Nachkrankheiten.

Fische scheinen sich sehr schwer zu erholen, wie aus dem Versuche 3 hervorgeht; die Respiration wird, wenn sie in reines Wasser kommen, wieder regelmässig, der Mund wird geöffnet, der Trismus verliert sich also wie auch die anderen Krämpfe.

Wurde bei Kaninchen die Einathmung von Leuchtgas im asphyctischen Stadium unterbrochen, so lange noch Herztöne, wenn auch matt und langsam, zu hören waren, so erholten sich dieselben meist wieder; die Athemzüge waren zuerst langsam und unregel-

mässig, dann regelmässig und schneller, bis sie zur Norm zurückkehrten; die Mobilität stellte sich zuerst im Vorderkörper wieder her, dann im Hinterkörper (2, 3); die Erweiterung der Pupillen bleibt ziemlich lange bestehen, ad 2 verengerte sie sich erst, nachdem sich das Kaninchen schon wieder erholt hatte; auch die Calabarwirkung kehrt wieder zurück. Die Gefässe in den Ohren werden wieder enger; Ergotinlösung unter die Haut gespritzt, schien schneller Erholung herbeizuführen (4); sobald die Herztöne geschwunden waren, hatte auch die subcutane Ergotineinspritzung keinen Erfolg mehr. Klebs sah bei Kohlenoxydgas keine Erholung, wenn die Pause nach einem Athemzuge länger als eine Minute dauerte.

Dauert bei Menschen das Stadium der Asphyxie längere Zeit an, so ist die Aussicht auf Erholung unsicherer; sobald sich der Puls hebt und die Respiration regelmässig wird, tritt in den ersten Fällen Erholung ein. Selten ist Erholung mit Fiebererscheinungen verbunden (8), das Bewusstsein kehrt oft erst nach mehreren Stunden zurück, das sensorium bleibt zuweilen mehrere Tage getrübt, Schwindel, Kopfschmerz, Schwerbesinnlichkeit, Ohrensausen, Röthung der conjunctiva, Steifheit der Glieder, Mattigkeit, Schlummersucht, Appetitlosigkeit, schlechter Geschmack, Durst sind die gewöhnlichen Begleiter, wenn sich die Kranken erholen. Lähmungserscheinungen können Monate lang dauern.

Pathologische Anatomie.

A. Aeusserer Befund.

Bei Fischen ist der Mund meist geschlossen, die Kiemendeckel etwas abgehoben, die bogenförmige Krüm-

mung des Oberkörpers nach rechts (3, 5) dauert nach dem Tode noch an, das Hervorgetriebensein der Bulbi lässt allmählig nach.

Bei Kaninchen sinkt bei eingetretenem Tode die Temperatur bedeutend; während sie im Normalen $32,5^{\circ}$ R. betrug, war sie sofort nach dem Tode bis auf $25,3^{\circ}$ gefallen (1), doch hielt die Wärme noch mehrere Stunden nach dem Tode an. Die Leichenstarre ist meist sehr lebhaft, beginnt zuerst im Nacken, geht dann auf den Rücken, die hinteren und dann die vorderen Extremitäten über. Sie tritt meist sehr zeitig auf, ad 2 schon nach 57 Minuten, und dauert lange Zeit an, bei Nr. 7 sechs Mal 24 Stunden.

Die Bulbi verlieren allmählig die Prominenz.

Die cornea behält noch lange ihren Glanz; ad 7 hatte sie ihn noch nach zwei Mal 24 Stunden; charakteristisch ist aber dabei das milchfarbene Aussehen.

Die Pupillen werden nach einigen Minuten wieder normal.

Aeusserer Befund bei Menschen. Häufig findet man die Leichen auf dem Fussboden liegend, entweder weil es ihnen nicht mehr möglich war zum Bett zu gelangen, da sie plötzlich zusammensanken, oder weil sie durch heftige Krämpfe aus dem Bett geworfen wurden, oder endlich weil sie sich zu retten versuchten, aber unterwegs zusammensanken; nicht selten neben dem Leichnam erbrochene Massen. Die Leichenstarre war in dem von Leopold angeführten Falle nach 24 Stunden vorhanden; in dem von Schumacher angeführten Falle war nach 24 Stunden der Hals leicht beweglich, die oberen Extremitäten im Schulter- und Ellbogengelenk ungewöhnlich leicht be-

weglich, doch die Leichenstarre an einzelnen Gelenken der Extremitäten im Beginne der Entwicklung, die Muskulatur sonst ungewöhnlich schlaff und weich. Husemann, Toxicologie S. 661, sagt, die Biegsamkeit der Glieder sei wenig constatirt, manchmal tritt gleich unmittelbar nach dem Tode starker rigor mortis ein, namentlich wenn tetanische Convulsionen dem Ende vorausgingen (Marye L'Héritier). Die Versuche an Kaninchen sprechen für lebhaftere, bald nach dem Tode eintretende Leichenstarre, die sehr lange anhält. — Auch Casper II. 522 erwähnt einen Fall, wo die Leichenstarre noch 6 Tage nach dem Tode bestand. Der Gesichtsausdruck ist ruhig, ähnlich wie bei einem Schlafenden (Casper II. 522). Auch in dem Falle von Schumacher (Henkes Zeitschrift 1862, S. 19) heisst es: «die Physiognomie ist ruhig, einer Schlafenden ähnlich.» Siebenhaar und Lehmann beobachteten diese auffällige Ruhe auch bei Kohlendunstvergiftung, mit der die Leuchtgasvergiftung jedenfalls grosse Aehnlichkeit hat.

Die Farbe des Gesichts gibt Leopold (Casper's Vierteljahrsschrift 1858, 312) folgendermassen an: «Die allgemeinen Bedeckungen des Schädels sind äusserlich rosenroth gefärbt, nach dem Hinterhaupte zu von dunkelrothem Ansehen.» Die Farbe der Ohren gibt er als blauroth an; die Schleimhaut der Lippen wird in dem von Schumacher berichteten Falle als blass violettblau angegeben. Was die übrige Hautfarbe betrifft, so ist von Leopold darüber Folgendes erwähnt: «Die Hautfarbe ist auf der vorderen Oberfläche im Allgemeinen die gewöhnliche, und nur am rechten Oberschenkel sind zwei thalergrosse violette Flecken und am linken viele zusammengelaufene striemenartige dergleichen sichtbar.» Fourdes fand rosenartige Flecke über den ganzen Körper,

besonders stark an der vorderen und inneren Seite der Schenkel. In dem von Schumacher erwähnten Falle wird die allgemeine Decke «als blendend weiss und zart» beschrieben. Husemann Toxicologie Seite 160 bringt die Färbung der Hautdecke nach Vergiftungen durch Kohlendunst und Leuchtgas unter eine Kategorie und sagt: «als besonders charakteristisch muss die rosa-rothe bis zinnoberrothe Färbung der Weichtheile hervorgehoben werden». Siebenhaar und Lehmann sahen «die rosenrothe Färbung der Weichtheile besonders an frischen Leichen mit Kohlendunst Vergifteter, die denen durch Leuchtgas Vergifteten jedenfalls sehr nahe steht, vorzüglich ausgeprägt an der vorderen und inneren Fläche der Oberschenkel bis seitlich von den Genitalien und oft noch ein Stück vom abdomen hinauf an der Beugeseite der Oberarme, am Brustkasten, am Halse und Gesichte, bald in ausgebreiteteren, an der Peripherie verwaschenen und in's Bläuliche schimmernden, bald in umgrenzteren Flecken; an der Rückseite trüben die hypostatischen Todtenflecke die Reinheit der Färbung.»

Nach Devergie bleibt die blaugrünliche Leichenfärbung bis zum 8ten oder 10ten Tage aus; die Fäulniss bleibt noch länger aus und stellt sich im Winter oft erst nach 14 Tagen ein; in dem Casper'schen Falle war sie nach 6 Tagen nur erst am Bauche im Beginn. Die Versuche an Kaninchen sprechen auch für diese Beobachtung. Nachdem beim 7ten Kaninchen die Section 48 Stunden nach dem Tode gemacht war, liess ich es noch 6 Tage liegen, und es zeigten sich noch keine Verwesungserscheinungen.

Der Unterkiefer war in dem von Schumacher berichteten Falle beweglich, also der Trismus 24 Stunden nach dem Tode geschwunden.

Die Hornhaut war nach 24 Stunden in dem von Schumacher erwähnten Falle durchsichtig, glanzlos, leicht eindrückbar. — Nach Siebenhaar und Lehmann hat die Hornhaut bei Kohlendunstvergiftung einen eigenthümlichen und widernatürlich lange andauernden Glanz und Durchsichtigkeit, wie es auch bei Leuchtgasvergiftung an Kaninchen auffällig beobachtet wurde. Der Glanz der Hornhaut hielt im 7ten Falle 48 Stunden an; die Farbe der Hornhaut bekommt einen milchfarbenen Schimmer und ist dadurch der Glanz verschieden von dem Lebender.

Die Pupillen waren in dem Schumacher'schen Falle etwas erweitert. Wie wir oben gesehen haben, kehren sie bei Kaninchen kurze Zeit nach dem Tode wieder zur Norm zurück.

Die Ränder der Nasenlöcher sind nach Schumacher, Seite 19, mit vertrocknetem, schiefergrauem Schleime belegt; bei Kaninchen habe ich dies niemals gefunden; dass es bei Kohlendunstvergiftungen vorkommt, meint Siebenhaar, sei erklärlich durch den eingeathmeten Russ. Fingernägel schmutzig, violettblau (Schumacher), Sphincter ani erschlafft, offen stehend (Leopold, Schumacher).

In der Harnröhre hat Casper Samenfäden gefunden.

B. Innere Besichtigung.

a) Kopfhöhle und Rückgratskanal.

Bei Fischen fand sich Blutreichthum der pia mater, Consistenz des Gehirns vom normalen nicht verschieden, charakteristisch ist die Färbung der Gehirnmasse; während dieselbe im Normalen ein schmutzig

graugelbes Ansehen mit einem Stich in's Bläuliche hat, ist sie nach Leuchtgasvergiftung gelblichweiss mit einem Stich in's Rosaroth, das deutlicher hervortritt, wenn die Gehirnmasse einige Zeit an der atmosphärischen Luft liegt.

Bei Kaninchen zeigten die Schädeldecken einen ziemlichen Blutreichthum, und sind deshalb röther als im Normalen; die dura mater adhärirte meist an der inneren Fläche des Schädeldaches; die Gefässe der pia mater sehr stark, besonders stark an der untern Fläche der medulla oblongata. Die Consistenz des Gehirns ist nicht verändert; von Blutpunkten durchsetzt habe ich es nicht gefunden; charakteristisch ist auch hier, wie bei Fischen, per Stich in's Rosafarbene, sowohl in der Cortical- wie in der Medullarsubstanz, so dass sich beide nicht so deutlich von einander unterscheiden, wie im Normalen; die Rosafärbung wird an der Atmosphäre deutlicher; in den Seitenventrikeln befindet sich zuweilen serum, die plexus chorioidei meist blutreich.

Bei Menschen. Leopold (Caspers Vierteljahrschrift 1856, Bd. XIV, 2. Heft, Seite 313) gibt in seinem Falle an, «dass die allgemeinen Bedeckungen des Schädels äusserlich rosenroth gefärbt sind und nach dem Hinterhaupte zu ein dunkelrothes Ansehen haben. Aus allen Hautschnitten der allgemeinen Bedeckungen dringt mehr hellrothes Blut hervor, sowie die innere Oberfläche des vorderen linken und der beiden hinteren Hautlappen viel rothe Gefässinjectionen zeigt.» Schumacher fand im Gegensatz «die Schädelweichtheile blutleer.»

Das Stirnbein sieht blass aus (Leopold), während das Pericanium auf beiden Scheitelbeinen, sowie nach

dem Hinterhauptsbeine zu, besonders aber oberhalb der linken Schläfenmuskel, stark injicirte Blutgefässe zeigt.

Die dura mater strotzt voll von venösen Gefässen (Leopold); durch sie hindurch schimmern blauroth die Gefässe der pia mater. Bei Schumacher war die harte Hirnhaut prall gespannt, mit zahlreichen Tropfen dunklen, dünnflüssigen Blutes belegt. Ackermann fand bei einem Experimente an einem Kaninchen eine ganz dünne Lage von flüssigem Blute auf der dura mater.

Die Gefässe der pia mater fand Leopold durchgehends stark mit Blut gefüllt, und auf der pia mater ein milchweisses Exsudat, unter derselben einen Erguss blutig seröser Flüssigkeit; Schumacher fand die pia mater stellenweise getrübt, serös infiltrirt, leicht ablösbar, die Venen strotzend.

Tourdes sah unter 5 Fällen einmal eine wässerige Ergiessung unter der arachnoidea.

Die Gehirnsubstanz ist nach Leopold weich, nach Schumacher normal und hat keinen auffallenden Geruch. Die Oberfläche des Gehirns war in dem Schumacher'schen Falle stark serös befeuchtet. Auf der Durchschnittsfläche der Gehirnsubstanz treten überall Blutpunkte hervor (Leopold). Bei Schumacher war nur die Marksubstanz des grossen Gehirns mit unzähligen Blutpunkten besetzt, und dieser Blutreichthum steigerte sich stellenweise zur capillären Apoplexie. Die Rindensubstanz ist bräunlich rosenroth gefärbt (Schumacher). Das corpus callosum ist weisslich gefärbt (Leopold). Die Seitenventrikel enthalten etwas röthliches Serum (Schumacher). Bei Leopold war der rechte Ventrikel bis an das corpus striatum mit blutig seröser Flüssigkeit gefüllt, der linke mit hell seröser Flüssigkeit. Die plexus chorioidei strotzten von Blut (Leopold),

von Schumacher werden sie als normal angegeben. Die dritte Hirnhöhle gibt Leopold bis zur Hälfte mit seröser Flüssigkeit gefüllt an und das Adergeflecht blutreich. Die vierte Hirnhöhle ist leer (Leopold).

Das kleine Gehirn fühlt sich normal an, und ist sowohl äusserlich als auch im Innern, obschon hier weniger, stärker als gewöhnlich mit Blut angefüllt; Schumacher fand es so blutreich als das grosse Gehirn, ebenso die Varolsbrücke normal.

Die sinus an der Basis der Schädelhöhle, besonders die sinus transversi, strotzen von Blut (Leopold); bei Schumacher waren sie mit dünnflüssigem Blut in mässiger Menge gefüllt; die basis cranii, die ossa temporum und das os occipitis waren blassröthlich gefärbt.

Rückgratskanal.

Bei Kaninchen Nr. 7 fand sich zwischen dura mater und Rückgratshöhle im Cervicaltheile ein mässiges Extravasat; pia mater war injicirt.

Bei Menschen. «Tourdes fand eine beträchtliche Menge coagulirten Blutes zwischen der dura mater und dem Kanal, und zwar in dem filamentösen Gewebe, welches sie beide vereinigt» (Eulenberg Seite 171). Ferner fand er eine beträchtliche Anfüllung des ganzen venösen Systems, besonders des vorderen sinus vertebralis, der sich von der vorderen Fläche des Rückgratskanals als zwei bläuliche Kanäle darstellt. Unter fünf Fällen vermisste er nur zwei Mal den Bluterguss, aber nie die bedeutende Anschwellung der venösen Geflechte, namentlich des sinus longitudinalis anter. Die Häute waren selten hyperämisch. Auch das Rückenmark bot keine besondere Veränderung dar.

b) Hals- und Brusthöhle.

Bei Fischen boten die Kiemen, die sonst im Normalen schmutzig braunroth aussahen, eine Farbe zwischen rosa und kirschroth.

Bei Kaninchen ist die Schleimhaut der Trachea, die im Normalen graugelb mit einem Stich in's Bläuliche aussieht, — blass rosenroth gefärbt, und zeigt zwischen den Trachealringen deutliche Injection, die sich von der übrigen Schleimhaut wegen ihrer dunkleren Färbung (sie steht zwischen rosen- und kirschroth) deutlich abhebt; die Injection geht nicht auf die Schleimhaut der Trachealringe über, sondern befindet sich nur zwischen den letzteren; bald ist sie nur an einigen Stellen, bald über die ganze Trachea verbreitet. Auch die Schleimhaut des Kehlkopfes, besonders der cartilago thyreoidea, ist injicirt, und zwar meist punktförmig, von Stecknadelkopf- bis Schrotkorn-Grösse. Der Kehildeckel hat meist normale Beschaffenheit. Schaum im Kehlkopf oder der Trachea habe ich niemals gefunden, ebenso wenig schwarzen Beschlag.

Lungen der Kaninchen haben im Normalen eine gelblich weissröthliche Färbung, und es unterscheiden sich die Lungen der durch Leuchtgas vergifteten Kaninchen auffallend dadurch, dass sie eine blassziegelrothe oder blassfleischfarbene Färbung mit Stich in's Rosa haben; nicht selten bekommen sie durch kirschrothe Flecke unter der pleura ein marmorirtes Aussehen; ausserdem sind sie collabirt, und wenn man sie zwischen den Fingern drückt, so knistern sie nicht, was bei den normalen der Fall ist; bei Einschnitten entleert sich dünnflüssiges Blut, ohne Luftblasen gemischt. Die Lunge schwimmt und macht darin von der normalen keinen Unterschied.

Herz. Die Farbe desselben ist die gewöhnliche Muskelfarbe, doch hat sie einen entschiedenen Stich in's Rosa, wodurch sie etwas heller erscheint. Dieser Rosaschimmer findet sich bei allen inneren Organen und Siebenhaar und Lehmann fanden ihn auch bei Kohlendunstvergiftung; sie schildern ihn folgendermassen: «Der Eindruck, den jene sanfte Rosenröthe auf das Auge macht, ist um so schwerer zu beschreiben, als man trotz derselben die normale Färbung nicht vermisst, sondern dieselbe noch daneben hindurchsieht. Das Ganze macht den eigenthümlichen Eindruck, als sei ein zarter Rosa-Flor darüber ausgebreitet, der dem Gewebe jenen zarten Schimmer verleiht, ohne die übrigen Farbenveränderungen ganz zu verhüllen.» Auch Leopold macht in seinem Gutachten aufmerksam auf diesen Rosaschimmer. Die Substanz des Herzens ist nicht verändert. Die von Klebs bei Kohlenoxydvergiftungen beobachtete fettige Degeneration habe ich bei vielfachen Untersuchungen weder im Herzen noch in andern Muskeln beobachtet. — Beide Vorhöfe und der rechte Ventrikel sind stark ausgedehnt und mit dünnflüssigem Blute angefüllt, öfter mit dunklen Blutcoagula gemischt; linker Ventrikel meist mit geringen Blutcoagula gemischt und wenig dünnflüssigem Blute. Das Blut gerinnt nicht so leicht als das normale; die obere und untere Hohlvene meist sehr stark mit dünnflüssigem Blute angefüllt. Die Beschaffenheit des Blutes ist unten näher angegeben.

Bei Menschen. Hals- und Brusthöhle. Venæ jugular. ext. und intern. stark mit Blut überfüllt, ebenso die an der innern Oberfläche des Brustbeins liegenden Venen (Leopold).

Die Schleimhaut an der innern Fläche der epi-

glottis ist stark rosenroth gefärbt, wie auch die Schleimhaut der Giesskannenknorpel und der ventriculi Morgagni; die Schleimhaut der glottis und der Trachea bis zur Bifurcation und in die bronchi hinein bis zur entzündlichen Röthe gefärbt (Leopold). Schumacher beschreibt die Schleimhaut des Kehlkopfes und der Trachea als dendritisch injicirt, mit trübem, gelblich-weissem Schleim belegt. Nach Tourdes war die Schleimhaut des Kehlkopfes und der Trachea nur einmal normal. Casper bezeichnet die Injection der Trachea und Bronchien als zinnoberroth.

Lungen waren in dem Schumacher'schen Falle zusammengefallen, nicht mit Rippenfell adhärent. In dem Leopold'schen Falle war die rechte Lunge an ihrer Spitze leicht, an ihrer Basis nur zum Theil schwach verwachsen; die linke Lunge ist an ihrer Spitze zum Theil und längs des Rückgratskanals vollständig mit der pleura costalis verwachsen. Die Substanz der Lungen ist elastisch, weich anzufühlen; beim Druck des rechten unteren Lappens ein feuchtes Knistern wahrnehmbar (Schumacher). Auch Leopold gibt die Lungen als weich und schaumig knisternd an. Die Versuche an Kaninchen ergaben ein entgegengesetztes Resultat, sie waren colabirt und knisterten nicht. Schumacher bezeichnet die Farbe der Lungen als zart rosaroth, schleierartig schimmernd, mit erbsen- bis thalergrossen, theils rosa-, theils hellrothen Flecken; diese Flecken durch die schwarzblaue Grundfarbe des mittleren und unteren rechten und der unteren Hälfte des oberen und ganzen unteren linken Lappens scharf hervortretend; an der unteren Fläche der linken Lunge unter dem Pleura-Ueberzuge zahlreiche capillare Ecchymosen. Casper beschreibt die Lungen in Farbe und Umfang normal. In

dem Leopold'schen Falle war die Oberfläche der rechten Lunge braunroth gefärbt und nur mit Ausnahme der Basis und der Einschnittstellen der Lappen mit unzählig vielen schwarzblauen Punkten besetzt, die sich nach hinten zu in eine blauschwarze Oberfläche verlieren; die pleura costalis ist rechts durchgehends rosenroth gefärbt. Der obere Lappen der linken Lungen hat eine blassrothe Färbung und ist wiederum mit vielen blauschwarzen Striemen und ebensolchen linsengrossen Punkten besetzt. Der untere Lappen hat durchgehends, besonders an der hintern Fläche, eine mehr blauschwärzliche Färbung; nur die Basis dieser Lunge und ihre Einschnitte sahen blauroth aus. Tourdes fand in fünf Fällen die Lungen in ihrer ganzen Ausdehnung von einer lebhaften, der Carminfarbe ähnlichen Röthe. In der rechten Brusthöhle befanden sich in dem Schumacher'schen Falle eine Unze klaren röthlichen, in der linken drei Unzen dunkelrothen Serums, nicht ungewöhnlich riechend. Die gesammte Lungensubstanz war beim Durchschneiden knisternd, mürbe, leicht zerreisslich, blutreich, das Blut dünnflüssig und dunkel. Devergie traf in einem Falle in der linken Lunge wenig Blut, in den unteren Lappen mehr, und es war dort schaumig. Die Lungen hatten keinen ungewöhnlichen Geruch und schwammen im Wasser, mit Ausnahme zweier sehr kleiner Stückchen des linken unteren Lappens.

Herz. Nach Schumacher war die äussere Herzbeutelfläche und die obere linkseitige Zwerchfellsfläche mit zahlreichen Ecchymosen von der Grösse eines Stecknadelkopfes bis zu einer Linse besetzt. Im Herzbeutel war etwas röthliches Serum enthalten, was nach Leopold sowohl der Qualität wie Quantität nach als normal bezeichnet wird; das Herz war an seiner äusseren

Fläche zart injicirt, das viele Fett rosaroth gefärbt (auch Leopold fand das Herz sehr fettreich); die Kranzvenen strotzend (Leopold nennt die Venen auf der Oberfläche turgescirend); die Substanz schlaff; das atrium dextrum, sowie die vena descendens und ascendens sieht man schon von aussen von Blut strotzen (Leopold). Aufgeschnitten enthält ersteres über zwei Esslöffel voll dunklen, schwarzen Blutes mit einigen wenigen Fibrin-Gerinseln. Der rechte Ventrikel, dessen Muskeln braunroth aussehen, enthält kein venöses Blut, dagegen strotzte die arteria pulmonalis bis zu ihrer Bifurcation voll von schwarzem Blute mit einigen Fibrin-Gerinseln. Auch das linke atrium ist, wenn nicht vollständig, doch ebenfalls mit schwarzrothem Blute angefüllt; der ventriculus sinister enthält kein Blut; seine Muskeln stark, aber mehr blassroth gefärbt. Die Gefässhäute und Klappen keine Abnormitäten (Leopold). Schumacher bezeichnet das Herzblut als schwarzroth, theerartig, nicht ungewöhnlich riechend, stark abfärbend, und in geringer Menge in den Herzhöhlen vorhanden.

c) Bauchhöhle.

Bei Fischen war der Blutreichthum der Unterleibsorgane auffallend; dann der Rosaschimmer sämtlicher Organe neben ihrer normalen Färbung; besonders deutlich war dies am Fett zu sehen.

Bei Kaninchen. Leber. Substanz ist etwas schlaffer als im Normalen; Farbe heller rothbraun als die normale, und hat stets einen Schimmer in's Rosa; ist sehr blutreich; Blut dünnflüssig.

Gallenblase stets stark angefüllt.

Magenvenen der kleinen Curvatur stets stark

mit Blut gefüllt, ebenso die Gefässe im Dünndarm und Netz.

Nieren sehr blutreich, Schimmer in's Rosa; Substanz etwas schlaff; Kapsel lässt sich leicht abziehen; Cortical- und Medullar-Substanz unterscheiden sich nicht sehr stark von einander.

Fett und Muskeln haben einen deutlichen Rosaschimmer, der an der Atmosphäre zunimmt.

Bei Menschen. Aus der Bauchhöhle der gewöhnliche Leichengeruch ausströmend, daselbst keine Flüssigkeit angesammelt (Schumacher).

Die Leber ziemlich gross, fühlt sich gehörig fest an; ihre innere Structur ist derbkörnig, von kirschbraunrother Färbung; der linke Leberlappen ist blassbräunlich gefärbt und fühlt sich weicher an.

Die Gallenblase enthält grünlichgelbe, sehr flüssige Galle (Leopold). Nach Schumacher ist die Leber blutreich, das Blut dunkel, dünnflüssig, in der Gallenblase nur wenig dunkle Galle enthalten.

Der Magen nach Schumacher zusammengefallen, leer, dessen Schleimhaut an der cardia stark injicirt; nach Casper normal; Leopold bezeichnet den Magen als etwas aufgetrieben und die vordere Oberfläche nach der cardia zu sowie längs der curvatura minor mit venösen Gefässen injicirt. Längs der grossen Curvatur des Magens zieht sich ein $1\frac{1}{2}$ Zoll breiter, blassroth gefärbter Streifen über den Magen hinweg; die hintere Fläche des Magens ist auf der nach der Milz zu liegenden Hälfte blassroth gefärbt. Die ganze Schleimhaut des Magens war mit braunartigen Injectionen versehen, besonders an der hintern Wand des Magens, unterhalb des oesophagus; eine Blutergiessung von wenigstens einem Kaffeelöffel voll schwarzen Blutes fand sich im

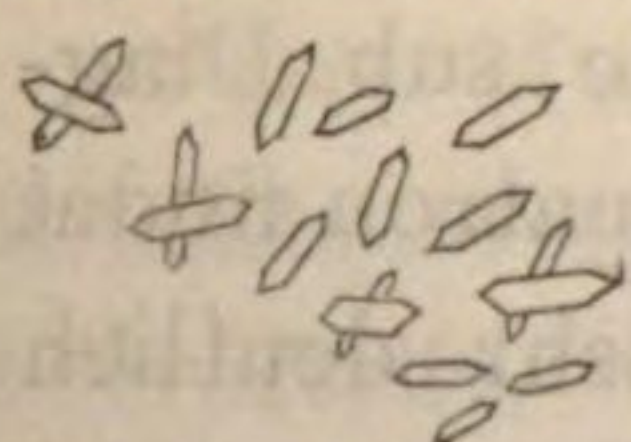
saccus cöcus vor; nach Abwaschung dieses extravasirten Blutes blieb die Schleimhaut des Magens an dieser Stelle immer noch striemenartig schwarzroth gefärbt.

Die Speiseröhre war von oben bis unten mit feinen Gefässinjectionen so versehen, dass sie gleichmässig dunkelrosenroth gefärbt aussah. Das Netz ist am Magen und über das colon transversum hinaus mit venösen Gefässen injicirt; colon descendens und ascendens ragt zu beiden Seiten etwas aufgetrieben braungrau gefärbt hervor; duodenum keine Gefässinjectionen; jejunum hatte hie und da einige Injectionen auf seiner serösen Oberfläche; ileum nichts Bemerkenswerthes. Dickdarm und Pancreas nichts Abnormes (Leopold).

Nieren blutreich (Schumacher); nach Leopold von festem Gewebe und kirschbraunrothem Parenchym. Harnblase nichts Abnormes, bei Schumacher leer, bei Leopold enthielt sie 2 Obertassen voll hellen Urins.

Urin bei Kaninchen reagirt im normalen Zustande meist schwach alkalisch; die Reaction war auch nach Leuchtgasvergiftung nicht verändert. Auch wenn während der Vergiftung Urinentleerung eingetreten war, so enthielt die Blase meist noch 1—2 Esslöffel voll Urin; im normalen Zustande hat er meist eine milchig getrübte Färbung; beim Stehen bildet er einen Bodensatz und eine klare darüberstehende wässerige, etwas gelbliche Flüssigkeit, die von einer dünnen Fettschicht bedeckt ist; kocht man den Urin, so bildet sich der Niederschlag noch deutlicher. Die Reaction des normalen Urins ist alkalisch. Behandelt man den Urin mit Aether, so zieht man das Fett aus; giesst man diesen Auszug ab und schüttelt ihn, so sieht man grössere und kleinere durchsichtige Fettkügelchen auf dem Boden sich bewegen, die verschwinden, sobald die Flüssigkeit

in Ruhe kommt, wo sich dann zwei deutliche Schichten zeigen, eine untere, Fett, und eine obere, Aether. — Setzt man zu dem Urin, aus dem das Fett ausgezogen ist, Salzsäure, so bildet sich unter Aufbrausen eine ganz klare Flüssigkeit. — Unter dem Mikroskop zeigt der normale Urin kohlensauren Kalk, als amorphe Kügelchen, die bald zu grösseren, bald zu kleineren Massen zusammengehäuft liegen; Zusatz von Essigsäure trennt die grösseren Massen, aber ohne sie vollständig aufzulösen; sobald die Essigsäure verdunstet, bilden sich reichliche Hippursäure-Krystalle in Form von vierseitigen Prismen mit zugespitzten Endflächen (s. Figur).



Setzt man Salzsäure zu, so wird der kohlensaure Kalk unter Entwicklung von Luftbläschen sofort zerstört. Das Fett zeigt sich unter dem Mikroskop in feinsten molecularer Vertheilung, nach Zusatz von Aether bilden sich grössere Fettkügelchen.

Der Urin zeigte bei Kaninchen nach Vergiftung von Leuchtgas reichlichere Mengen Fett und die oben beschriebenen, den hyalinen Cylindern ähnliche Gebilde. Von Leopold wird bei Menschen der Urin nach Leuchtgasvergiftung als hell beschrieben.

Das Blut bei Kaninchen war meist etwas heller als das normale, entschieden dünnflüssiger und nicht so leicht zum Coaguliren geneigt. Nach Eulenberg's Versuchen ist die Farbe des durch Leuchtgas vergifteten Blutes nicht so hell, als bei Kohlenoxydvergiftung, und ist dies dem Gehalte des Leuchtgases an Ammoniak und Schwefelwasserstoff zuzuschreiben. Die coagula waren stets dunkel gefärbt. Brachte man gleiche Mengen Blut, und zwar das eine von einem normalen, das zweite von einem durch Leuchtgas ver-

gifteten Kaninchen, in zwei kleine Glasgefässe und liess diese stehen, so bildete sich der Blutkuchen beim normalen schneller, als beim vergifteten. Der Blutkuchen des normalen war etwas grösser, als der des vergifteten. Beim normalen liessen sich deutlich zwei Schichten am Blutkuchen unterscheiden, eine hellere, obere, und eine dunklere, untere; beim vergifteten Blutkuchen war die obere Schichte wie die untere dünner, so dass der Blutkuchen kleiner war; die obere Schichte unterschied sich nicht so deutlich von der unteren, die etwas marmorirt war. Das Serum war bei dem vergifteten Blute reichlicher und klarer, als bei dem normalen.

Die chemische Reaction (wie sie sub Diagnostik erwähnt) mit Chlorcalcium und Aetznatron findet bei durch Leuchtgas vergiftetem Blute sehr deutlich statt, und zwar carminroth; ad 8 war es Nr. 1 auf der Farbentafel von Eulenberg.

Die mikroskopische Untersuchung des Blutes bei Fischen ergab nach Vergiftung durch Leuchtgas keine Abnormitäten. Die Blutkörperchen beim Kaninchen waren durch Vergiftung mit Leuchtgas meist sternförmig zusammengefallen, während sie im Normalen mehr zur runden Form neigen, obgleich eckige und sternförmige auch im Normalen vorkommen; bei Zusatz von Wasser nehmen die sternförmigen Blutkörperchen stets die runde Form an, die Conturen waren immer deutlich und wurden bei Zusatz von Wasser schwächer und schwanden zuletzt. Das Blut wurde bei den Untersuchungen stets mit Serum versetzt, um Veränderungen möglichst zu vermeiden.

Die Spectralanalyse des Blutes ist sub Diagnostik genau beschrieben.

Bei Menschen ist die Farbe des Blutes

von Schumacher in den Herzhöhlen als schwarzroth, theerartig, von Leopold als schwarzroth bezeichnet, von Olivier als purpurroth, von Tourdes als dunkelroth. Die dunklere oder hellere Farbe des Blutes ist von dem grösseren oder geringeren Gehalte des Leuchtgases an Ammoniak und Schwefelwasserstoff abhängig. Die Consistenz bezeichnet Schumacher als dünnflüssig, ebenso Casper und Leopold; nur Tourdes sagt, dass es mehr coagulirt als flüssig erscheine. Die Blutcoagula werden überall als schwarz bezeichnet. Die Blutkörperchen wurden durch Zusatz von Leuchtgas zum Menschenblute nicht verändert.

Die Muskulatur bei Kaninchen zeigt nach Leuchtgasvergiftung einen Rosaschimmer, der deutlicher hervortritt, wenn das Fleisch an der Atmosphäre liegen bleibt (ad V, VII); den grauen Schimmer, wie ihn Klebs bei länger andauernder C. O. Vergiftung beobachtete, habe ich bei länger andauernder Leuchtgasvergiftung in keinem Organe gefunden; stets war der Rosaschimmer vorherrschend.

Fettige Degeneration, wie sie Klebs bei C. O. Vergiftung beobachtete, habe ich bei Leuchtgasvergiftung in keinem Muskel, weder im quergestreiften, noch in gemischten gefunden.

Physiologie.

Christison nimmt an (Husemann Toxicologie Seite 656), dass das Ausströmen von Gas aus nicht verschlossenen Krahnen oder aus Undichtigkeiten in Gasröhren weniger die Veranlassung zu den bis jetzt bekannten Vergiftungen sei, als, wenigstens in England, die minder schädliche Beschaffenheit des zur Beleuchtung benutzten

gut gereinigten Gases. Ich kann der Ansicht von Christison durchaus nicht beitreten, weil selbst das bestgereinigte Leuchtgas nicht allein Krankheitserscheinungen, sondern den Tod durch Einathmung herbeiführen kann. Und es sind ja doch auch nicht die durch das Reinigungsverfahren entfernten Stoffe, wie Ammoniak, Schwefelwasserstoff, empyreumatische Beimengungen, welche hauptsächlich die Vergiftung durch Leuchtgas bedingen, sondern das Kohlenoxydgas. Auch Husemann und Eulenberg sind der Ansicht, dass das Kohlenoxydgas im Leuchtgase als *materia toxica princeps* anzusehen ist. Betrachtet man die einzelnen Bestandtheile des Leuchtgases genauer, so wird man sich von vorstehender Ansicht überzeugen. Das Leuchtgas ist, wie wir oben gesehen haben, zusammengesetzt aus leichten und schweren Kohlenwasserstoffen, Wasserstoffgas, Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelverbindungen, Kohlenoxydgas und empyreumatischen Beimengungen.

Tourdes entfernte die empyreumatischen Beimengungen durch Behandlung mit Schwefelsäure, und fand das Leuchtgas ebenso wirksam als vorher; es ist also auf die empyreumatischen Beimengungen kein Gewicht zu legen.

Wasserstoffgas kann (Husemann Seite 745) von Menschen längere Zeit ohne Schaden eingeathmet werden (Schelle, Pilâtre de Rozier), und ist als sogenanntes negatives Gas zu bezeichnen, das an und für sich unschädlich, in grösseren Quantitäten inhalirt, durch Abhaltung der nöthigen Sauerstoffmenge schadet. Vom Blute wird fast gar kein Wasserstoff aufgenommen und nach Regnault und Reiset können Hunde, Kaninchen und Frösche in einer Atmosphäre, in welcher Stickstoff durch Wasserstoff ersetzt ist, wie in der gewöhnlichen

Luft, nur mit etwas grösserer Energie fortathmen, wobei sie mehr O. zu verzehren scheinen, während die Menge des Wasserstoffes sich nicht vermindert. Dagegen sahen Pepys und Wetterstadt bei gleichen Versuchen Coma und asphyctische Zufälle auftreten. Vielleicht beruhen jedoch die Resultate der letzteren auf Nichtberücksichtigung der exspirirten Kohlensäure, vielleicht auf der Anwendung (mit Arsenwasserstoff verunreinigten) unreinen Gases. Nach Burdach erregt Einathmung von Wasserstoff das Seelenorgan und bewirkt ein eigenes Wohlbehagen, Gefühl grosser Leichtigkeit, Verschwinden aller Schmerzen, Neigung zu lachen und viel zu sprechen, bei ungewöhnlich heller, reiner und wohlklingender Stimme, Schärfe des Gesichts, nach einiger Zeit Schwindel; die Gesichtsfarbe soll schwarzgelb werden, Puls und Muskelkraft abnehmen. Cardore (Frorieps Notizen Bd. XV, Seite 40) behauptet, drückende Respirationsbeschwerden, schmerzhafte Zusammenschnürungen am oberen Magenmunde, reichlichen Schweiss, Zittern, Hitze, Uebelsein, heftigen Kopfschmerz, Umnebelung des Gesichts und Rauschen in den Ohren empfunden zu haben, nachdem er nach vorhergegangener Expiration in zwei Zügen 30 Cubikzoll Wasserstoffgas eingeathmet hatte. Die Zufälle verschwanden bald wieder, besonders nach kalten Getränken, geben aber zuversichtlich der Vermuthung Raum, dass hierbei fremde Gase mitwirken. (Eulenberg S. 17): Eulenberg athmete 2 Liter Wasserstoff ein, ohne die geringste Einwirkung zu spüren, so dass er das Gas für ganz unschädlich erklärt. Auch die von Eulenberg an Kaninchen angestellten Versuche haben ergeben, dass das Wasserstoffgas keine nachtheiligen Folgen auf dieselben hatte; nur die Respiration wurde etwas

schneller. Wir sehen also, dass das Wasserstoffgas im Leuchtgase wohl nicht als vergiftende Materie zu betrachten ist.

Leichtes Kohlenwasserstoffgas (Sumpfgas, Grubengas, Methylwasserstoff). «Ueber die Giftigkeit dieses farb- und geruchlosen Gases (Husemann S. 652) sind die Ansichten getheilt. Einige stellen es zu den negativ schädlichen Gasarten, die nur durch Behinderung des Zutrittes der atmosphärischen Luft zur Lunge schädlich werden und durch Erstickung tödten (orfila); Andere schreiben diesem Gase eine narkotische Wirkung zu, die es in reinem Zustande eingeathmet oder zu mehr als 10% der atmosphärischen Luft beigemengt enthalten soll (Davy, Seguin, Devergie). Jedenfalls gibt es für sich kaum zu Intoxication Anlass, da es in Steinkohlenminen in ziemlich grosser Menge vorhanden sein kann, ohne die Arbeiter zu belästigen.» Auch nach den Versuchen von Eulenberg S. 20 hat sich die Unschädlichkeit beim Einathmen dieser Gasart herausgestellt. Bei Kaninchen, welche bis 42% einathmeten, wurde nur die Respiration ein wenig langsamer. G. Bischof hat oft Tage lang in Bergwerken dieses Gas eingeathmet und ausser leisem Kopfweh nichts verspürt. Treten andere Erscheinungen auf, so ist das Sumpfgas jedenfalls nicht rein.

Schwerer Kohlenwasserstoff. Nach den Versuchen von Eulenberg (S. 27), der das schwere Kohlenwasserstoffgas selbst ohne Nachtheil einathmete, wirkt dasselbe nicht positiv schädlich, sondern der Tod kann nur durch Entziehung von Sauerstoff erfolgen. Johannes Müller, Gmelin, Davy, Tourdes sind anderer Ansicht, doch bestätigt Nysten die Ansicht Eulenbergs.

Nach Eulenberg ist dem schweren Kohlenwasserstoff eine anästhetische Wirkung eigenthümlich.

Das Ammoniak gehört zu den gefährlichsten Gasarten; es reizt nicht allein sehr intensiv die Schleimhaut der Respirationsorgane, sondern ruft auch Veränderung im Blute hervor (Eulenberg S. 199). Der Ammoniakgehalt ist jedoch nicht so bedeutend im Leuchtgase (ja gut gereinigtes Leuchtgas enthält kein Ammoniak), dass die Wirkung desselben in den Vordergrund tritt.

Kohlensäure ruft nach Eulenberg zuerst Beklemmung des Athmens hervor, Schwindel, Ohrensausen, Funkensehen; die Oppression der Brust und die Eingenommenheit des Kopfes steigern sich, so dass man sich nicht mehr aufrecht erhalten kann. Neben der Betäubung zeigt sich bisweilen eine psychische Aufregung. Dann treten Convulsionen ein, die sich schneller einstellen, wenn man plötzlich in Kohlensäure-Atmosphäre kommt, als wenn die Kohlensäure allmählig zur Atmosphäre tritt, wo dann gewöhnlich nur Zittern und Zurückziehen des Kopfes sich einstellt; zuweilen stellt sich auch tetanus ein. Dann folgt Asphyxie, der zuweilen Sinnestäuschungen vorausgehen. Die Wirkung des Kohlenoxydgases ist aber eine schnellere, als die der Kohlensäure, und ausserdem ist die Kohlensäure, wie wir oben sehen, nur in sehr geringer Menge im Leuchtgase.

Der Gehalt an Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff im Leuchtgase ist so unbedeutend (wie wir ad Verbrennung sehen), dass wir davon vollständig absehen können.

Nachdem wir also die Wirkung der vorstehenden Gase gesehen haben, werden wir zugeben müssen, dass

jedenfalls das Kohlenoxydgas im Leuchtgase giftig wirkt. Die Vergiftung durch Leuchtgas hat daher auch die grösste Aehnlichkeit mit der Vergiftung durch Kohlenoxydgas; nur wird eine grössere Menge Leuchtgas auf der einen Seite zur Vergiftung nöthig sein, da neben dem Kohlenoxydgase noch mehrere Gasarten im Leuchtgase enthalten sind, anderseits wird vielleicht die Wirkung durch den Gehalt des Leuchtgases an Ammoniak, Schwefelverbindungen und Kohlensäure etwas modifizirt. Wie viel Prozent Leuchtgas nöthig sind, um ein Thier zu tödten, hängt nicht allein von der Individualität des Thieres, sondern auch von der Zusammensetzung des Leuchtgases, die ja vielfachen Schwankungen unterliegt, ab. Nach Eulenberg's Versuchen genügten 15 bis 20% Leuchtgas, um ein Kaninchen zu tödten; nach den Versuchen von Tourdes genügen 6 bis 7%, um in wenigen Minuten Kaninchen zu tödten; schon 1 bis 2% rufen krankhafte Erscheinungen hervor. In reinem Gas starben Kaninchen in 2 Minuten (Husemann S. 657). Bei Kohlenoxydgas genügten schon 2 bis 3%. Bei Menschen genügen schon ganz geringe Mengen Kohlenoxydgas, um bedenkliche Vergiftungserscheinungen hervorzurufen; so wurde z. B. ein Gehülfe des Chemikers Higgins zu Dublin nach 2—3maligen Einathmungen des Kohlenoxydgases von Zittern, Schwindel und grosser Betäubung ergriffen; ein anderer Gehülfe verlor nach 3—4maligem Einathmen Bewusstsein und Bewegung; Convulsionen, Kopfschmerz, unregelmässiger Puls hielten einen Tag an (Christison's Abhandlg. über die Gifte, Weimar 1831. S. 840). Der Chemiker Chenot fiel nach einer einzigen, durch einen unglücklichen Zufall bedingten Einathmung wie vom Blitze getroffen rücklings

zu Boden. Nach $\frac{1}{4}$ Stunde kehrte die äussere Empfindung zurück.

Wie viel Prozent Leuchtgas ausreichend sind, um einen Menschen zu tödten, dafür geben die in der Literatur angeführten Todesfälle keine Anhaltspunkte. Jedenfalls ist aber weniger Leuchtgas ausreichend, um einen asphyctischen Zustand hervorzurufen, als das Mischungsverhältniss 1 : 4 es bietet. Es spricht dafür der von Schumacher aus Salzburg oben sub Nr. 1 erwähnte Fall, wo St. und seine Tochter Morgens 9 Uhr im asphyctischen Zustande gefunden wurden. Das Licht hatte fortwährend im Zimmer gebrannt, und es hatte keine Explosion stattgefunden; da Explosion nur in den Verhältnissen von 1 : 4 bis 1 : 20 stattfindet, so musste jedenfalls das Mischungsverhältniss mit Atmosphäre im Zimmer, wo St. mit seiner Tochter war, niedriger sein als 1 : 4. Die Einathmung hatte mindestens 6 Stunden stattgefunden, denn der Wagnermeister E. hatte Morgens 3 Uhr ein Schreien gehört, und um 9 Uhr Morgens, als man die Thüren erbrach, fand man den St. und seine Tochter asphyctisch.

Da wir gesehen haben, dass das Wirksame im Leuchtgase das Kohlenoxydgas ist, und die Erscheinungen bei der Vergiftung durch Leuchtgas vollständig identisch sind mit denen durch Kohlenoxydgas, so gelten hier dieselben Ansichten über die Wirkungsweise wie beim Kohlenoxydgas.

Die Ansichten über die Wirkungsweise sind getheilt. Die Einen meinen, der Tod trete durch Sauerstoffmangel ein, und diese Theorie hat neuerdings Pokrowsky wieder aufgenommen; die Andern meinen, es finde eine direkte Wirkung des C. O. auf die nervösen Centralorgane statt, ähnlich der des Opiums (Siebenhaar

und Lehmann). Bei der zweiten Theorie ist zwar ein Vergleich mit einem andern Mittel angegeben, aber der physiologische Vorgang dadurch nicht erklärt. Was die erste Theorie betrifft, so verwirft sie Klebs desshalb, weil Sauerstoffmangel stets Krämpfe erzeuge, dagegen die Krämpfe bei Kohlenoxydgas, besonders bei langsamen Vergiftungen, auch fehlen können. «Wenn auch das Entstehen der Krämpfe und Dyspnoe bei C. O. Athmung in dem für die Ernährung des Gehirns unzureichend gewordenen Sauerstoffgehalt des Blutes zu suchen ist, so folgt daraus aber keineswegs, dass alle übrigen Erscheinungen bei der C. O. Vergiftung von derselben Ursache abhängen, am allerwenigsten die Gehirnerscheinungen» (Virchows Archiv XXXII. IV. 1865. Klebs). Klebs stellt die Hypothese auf: «dass der soporöse Zustand nach C. O. Vergiftung durch die Dilatation der Hirngefässe, und zwar besonders derjenigen der Grosshirnrinde, indem dieselben auf die Substanz der letzteren drücken, herbeigeführt werde». Er beobachtete bei C. O. Vergiftung nicht allein die Erweiterung, sondern auch die Verlängerung der Gefässe, besonders an den art. meningeae, und meint, der Tonus der Gefässe sei nicht allein in der Quere, sondern auch in der Länge verringert. Traube glaubt, die Füllung des arteriellen und venösen Systems könnte nicht allein in einer Atonie der Gefässwandungen, sondern auch darin ihren Grund haben, dass die durch das C. O. veränderten Blutkügelchen einen grösseren Widerstand im Capillarsystem fänden, indem die Reibung zwischen Blut und Gefässwandung vermehrt wäre. — Ich beobachtete bei Kaninchen in den Ohren eine sehr deutliche Gefässerweiterung, und die mikroskopische Untersuchung des Blutes bei Kaninchen nach Leucht-

gasvergiftung scheint die Traube'sche Ansicht aufrecht zu erhalten. Wie wir oben gesehen haben, ist die Form der Blutkügelchen nach Leuchtgasvergiftung meist eingesunken sternförmig; sie haben also den einen Durchmesser ihrer Kugel verringert und gewissermassen scheibenförmige Gestalt angenommen. Sobald man etwas Wasser zusetzt, nehmen die Blutkörperchen wieder ihre runde Form an, werden sogar runder, als im Normalen. Man hat nun unter dem Deckgläschen runde und sternförmige Blutkörperchen. Drückt man jetzt auf das Deckgläschen, so findet man, dass die runden Blutkörperchen stets eine rollende Bewegung um sämtliche Axen, während die sternförmigen eine Scheibenbewegung, also eine Bewegung nur um ihren grössten Durchmesser machen. Die Bewegung dieser letzten Blutkörperchen ist desshalb auch eine bedeutend langsamere. — Die Manometerversuche, welche Klebs und Pokrowsky anstellten, scheinen dieser Ansicht zu widersprechen. «Wenn nämlich die Reibung zwischen Blut und Gefässwandung vermehrt wäre, so würde dem Blut in den Venen ein Theil der treibenden Kraft verloren gehen und dasselbe sich daher langsamer bewegen müssen, während die verminderte Ausflussgeschwindigkeit aus den arteriellen Röhren auch in den Arterien eine Stauung veranlasst. Wäre dies der Fall, so müsste bei gleichbleibender oder erhöhter Herzaction der Seitendruck im arteriellen System erhöht werden, und dies ist nach den Versuchen nicht der Fall» (Virchows Archiv 480). Als einen fernerer Beweis, dass die Erweiterung der Gefässe auf Atonie beruhe, nimmt Klebs die Ergotin-Injection an, die stets eine schnellere Wiederherstellung der durch C. O. vergifteten Thiere zur Folge hatte, weil sie den Tonus der Gefässe wieder

herstelle. Klebs glaubt der Ernährungsstörung für das Zustandekommen des soporösen Zustandes ein geringes Gewicht beilegen zu dürfen, weil einmal der soporöse Zustand plötzlich wie mit einem Schlage eintritt und die vorhergehenden oft stürmischen Bewegungen ablöst, anderseits die Funktionen überraschend schnell wieder hergestellt werden. Wie die Atonie der Gefässe zu Stande kommt, das lässt Klebs unerklärt.

Ich glaube, dass die Atonie der Gefässe nicht das Primäre, sondern das Secundäre ist, und meine, dass das C. O. dem Blute den Sauerstoff entzieht, wie unten die Untersuchungen der Spectralanalyse zeigen, dadurch die Bewegung der Blutkörperchen eine verlangsamte wird und nun Erweiterung der Gefässe, Störungen im Centralnervensystem und Ernährungsstörungen eintreten.

Gerichtsärztliche Diagnostik.

Die Merkmale, welche die Diagnose einer Leuchtgasvergiftung sichern, lassen sich in folgende drei Hauptabtheilungen theilen:

- I. Merkmale in den äusseren Umständen.
- II. Aeussere Merkmale an der Leiche.
- III. Innere Merkmale an der Leiche.

I. Merkmale in den äusseren Umständen.

Hierher gehören:

1. der Geruch nach Leuchtgas;
2. die gasometrische Analyse;
3. eine im Röhrensystem gefundene Undichtigkeit oder ein geöffneter Krah, woraus das Gas zum Orte, an dem die Vergiftung stattfand, strömte.

1) Der Geruch nach Leuchtgas ist so intensiv, dass selbst $\frac{1}{10}$ % der Atmosphäre zugemischt durch den Geruch noch deutlich zu erkennen ist. Dieser Geruch scheint jedoch seine Intensität zu verlieren, wenn das Gas durch Erdschichten geht, wie z. B. in dem von Prof. Schumacher (a. a. O.) erwähnten Falle, wo das Leuchtgas mehrere Tage nicht durch den Geruch erkannt wurde.

Ein sicheres Verfahren ist 2) wenn der Geruch des Leuchtgases nicht mehr vorhanden ist, die chemische Untersuchung der Atmosphäre, in der die Vergiftung stattfand. «Zu diesem Zwecke (Eulenberg S. 176) aspirirt man die Luft zunächst durch Schwefelsäure, um das im Leuchtgase fast immer vorhandene Ammoniak zu absorbiren, und alsdann durch eine Glasröhre, in welcher ein in Palladium-Chlorürlösung eingetauchter Streifen Fliesspapier liegt; eine Schwärzung desselben zeigt das vorhandene Kohlenoxyd an.»

3) Kann eine im Röhrensystem gefundene Undichtigkeit die Diagnose ebenfalls sichern. Selbst wenn sich in nächster Nähe, wo die Vergiftung stattfand, keine Undichtigkeit findet, so soll man nicht unterlassen, das Röhrensystem weiter zu untersuchen. In dem oben sub 3 erwähnten Falle war es eine Undichtigkeit zwischen Muffe und Hauptrohr, welche die Veranlassung zur Vergiftung wurde. Obgleich das Gas bis zur Stelle, wo es vergiftete, einen ziemlich weiten Weg zurückzulegen hatte, wirkte es dennoch tödtlich.

II. Aeussere Merkmale an der Leiche.

1) Lage und Gesichtsausdruck der Vergifteten.

- 2) Erbrochenes, Koth, Urin, Saamenfleck.
- 3) Aeussere Verletzungen (Contusionen).
- 4) Färbung der Weichtheile.
- 5) Leichenstarre.
- 6) Langes Ausbleiben der Fäulniss.
- 7) Glanz der Hornhaut.

1) Die Lage der Vergifteten kann eine verschiedene sein; sie können entkleidet im Bett vorgefunden werden, und dann wird die Vergiftung in den meisten Fällen erst stattgefunden haben, nachdem sich der Vergiftete in's Bett gelegt hatte; der Vergiftete kann auch entkleidet auf dem Fussboden in der Nähe des Bettes oder auch entfernter davon liegen, im ersten Falle, wenn heftige Krämpfe ihn aus dem Bett warfen, im zweiten Falle, wenn er sich aus dem Bett zu retten versuchte, ihm aber die Kraft dazu versagte.

Der Gesichtsausdruck ist meist ruhig, ähnlich einem Schlafenden.

2) Da sehr häufig Erbrechen, Koth- und Urinentleerung stattfindet, so wird man nicht selten den Leichnam und die Sachen desselben oder den Ort, wo er liegt, mit diesen Massen beschmutzt finden. Auch Saamenfleck im Hemd finden sich.

3) Zuden äusseren Verletzungen gehören die Contusionen, welche man nicht selten findet. Diese befinden sich meist an den Extremitäten, können jedoch auch auf Gesicht, Brust und Rumpf vorhanden sein, und werden dadurch hervorgerufen, dass der Vergiftete im Stadium der Convulsionen sich gegen harte Gegenstände schlug oder aus dem Bette fiel etc.

4) Die Färbung der Weichtheile ist charakteristisch. An der inneren und vorderen Seite der

Schenkel, zuweilen über den ganzen Körper finden sich rosenrothe Flecken.

5) Leichenstarre tritt sehr zeitig ein, dauert sehr lange und ist sehr intensiv; die Dauer der Leichenstarre kann 8 Tage sein.

6) Die Fäulnisserscheinungen treten äusserst spät auf.

7) Das lange Andauern des Glanzes der Hornhaut ist charakteristisch. Der Glanz ist jedoch anders, als bei Lebenden, er hat eine milchige Färbung.

III. Innere Merkmale an der Leiche.

Charakteristisch ist vor allen Dingen der Rosaschimmer, welchen nicht allein die Muskeln, sondern auch sämtliche innere Organe, auch das Gehirn haben, und der noch deutlicher hervortritt, sobald die betreffenden Theile der Atmosphäre ausgesetzt werden. Am deutlichsten ist die Rosafärbung an den Lungen (wie auch Eulenberg Seite 174 angibt), und zwar wird diese Färbung um so deutlicher auftreten, je mehr Kohlenoxydgas im Leuchtgase war. Auch die Schleimhaut der Luftröhre finden wir charakteristisch rosa gefärbt. Ausserdem ist die Schleimhaut der Trachea stets injicirt, und zwar ist die Farbe der injicirten Stellen kirschbraun, mit Schimmer in's Rosa.

Wenn auch die Ueberfüllung der Gefässe des Gehirns und Rückenmarks nicht als charakteristisch zu bezeichnen ist, da sie bei andern Todesarten ebenfalls vorkommt, so dürfte sie doch jedenfalls als unterstützend bei der Diagnose Erwähnung finden. Die besten Anhaltspunkte geben uns die Untersuchungen des Blutes. Die Dünnflüssigkeit des Blutes ist zwar stets vorhanden, jedoch nicht als charakteristisch

zu bezeichnen, da sie auch beim Erstickungstode vorkommt.

Die Farbe des Blutes ist stets heller, bald mehr, bald weniger, was von dem grösseren oder geringeren Gehalte des Gases an Kohlenoxyd abhängt. Ist Ammoniak und Schwefelwasserstoff vorhanden im Leuchtgase, so wird dadurch die Färbung wieder dunkler; jedenfalls ist sie aber heller als im Normalen.

Charakteristisch ist jedoch die chemische Reaction und die Spectralanalyse des Blutes, und sie können, wenn alle andern Zeichen fehlen, allein noch Aufschluss über die Vergiftung geben.

Auf die chemische Reaction des Blutes, welches mit Kohlenoxyd gemischt ist, wurde zuerst von Hoppe aufmerksam gemacht. Wenn man zu normalem, defibrinirtem Blute das einfache oder doppelte Volumen von Aetznatronflüssigkeit, deren specifisches Gewicht 1,3 ist, setzt und umschüttelt, so erhält man eine schwarze, schleimige Masse, welche in dünnen Schichten auf Porzellan grünbraun erscheint; ist dagegen das Blut mit Kohlenoxydgas gesättigt, so bildet sich eine schmutzig rothe Masse, die in dünnen Schichten auf Porzellan mennig- bis zinnoberroth erscheint. Die von Eulenberg (Seite 48) angegebene Probe liefert das Resultat noch deutlicher. Ich nahm bei dem ad VII vergifteten Kaninchen defibrinirtes Blut und verrieb es mit 40 Tropfen Aetznatronflüssigkeit von 1,3 specifischem Gewicht und 50 Tropfen Chlorcalciumflüssigkeit (1:3 Aq. dest.); es bildete sich deutlich die carminrothe Reaction, auf der Eulenberg'schen Farbentafel Nr. 1; bei normalem Blute ist die Färbung schmutzig hellbraun bis braunroth. Bei Leuchtgasvergiftung von Menschen ist diese Blutprobe noch nicht gemacht, je-

doch vielfach bei Kohlenoxydvergiftung, und es unterliegt keinem Zweifel, dass sie bei Leuchtgasvergiftung von Menschen wie bei Kaninchen ebenfalls ganz sicher eintreten wird.

Die mikroskopische Untersuchung des Blutes ergibt bei Kaninchen zwar Veränderung, bei Menschen jedoch nicht.

Von sehr grosser Bedeutung ist die Spectralanalyse des Blutes. Um ganz genau die Unterschiede zwischen normalem C. O. Blut und Leuchtgasblut festzustellen, wurden folgende Versuche gemacht, bei denen vor allen Dingen genau auf die Verdünnung des Blutes, worauf bei spectralanalytischen Untersuchungen grosses Gewicht zu legen ist, Rücksicht genommen wurde.

Es wurde zuerst defibrinirtes Ochsenblut im normalen Zustande untersucht. Zur Verdünnung wurde destillirtes Wasser genommen und das Blut in den von Hoppe-Seyler angegebenen Hämatinometer gegossen, durch den man nun Licht fallen liess. Ich beobachtete an einem Apparat, der eine Scala hatte, die von 1 bis 160 zeigte, und zwar fiel 60 in die Natron-Linie.

Reines Blut — destillirtes Wasser
1 C. Cm. — : 20 C. Cm. zeigte einen dunklen Streifen zwischen 63 bis 88 und Verdunkelung des blauen Theils des Spectrums.

1 C. Cm. — : 30 C. Cm. noch ein Streifen, aber dazwischen ein ganz schwacher grüner Schimmer, das Spectrum nach rechts grün aufgehellt, der Streifen etwas

nach links verbreitert, doch links verwaschen, fängt schon bei 61 an.

1 C. Cm. — : 35 C. Cm. noch grössere Aufhellung des mittleren hellen Streifens und deutlicher grün, der dunkle Streifen von 62 bis 88 und nach links scharf begrenzt; rechts der grüne Theil des Spectrums aufgehellte, der violette ganz wenig.

1 C. Cm. — : 40 C. Cm. Der helle Streifen noch deutlicher im Dunklen; das Spectrum nach rechts noch mehr aufgehellte.

$\frac{1}{2}$ C. Cm. — : 30 C. Cm. zwei sehr deutliche dunkle Streifen, der Zwischenraum hell.

$\frac{1}{2}$ C. Cm. — : 40 C. Cm. Die Erscheinung noch deutlicher.

Es wurde, um dem Blute den O. zu entziehen, Schwefelammonium zugesetzt, und zwar zum Verhältniss 1 : 40; zuerst 5 Tropfen, dann 10 Tropfen, dann 15 Tropfen; es änderte sich nichts. Bei Zusatz von 20 Tropfen wurde der helle Streifen zwischen den beiden dunklen schmutziger und dunkler; nach einigen Minuten ist **der helle Streifen** fast ganz geschwunden; nach 8 Minuten ist er **vollständig geschwunden**; sonst ist im Spectrum nichts geändert.

Dann wurde zu dem Verhältniss $\frac{1}{2}$: 40 Schwefelammonium zugesetzt, und zwar 5, 10, 15, 20, 25 Tropfen. Bei 25 Tropfen **zeigt sich ein Streifen**, jedoch muss man einige Minuten warten; der Streifen ist jedoch

nicht so deutlich, sondern nach den Seiten verschwommen, rechts grünlich, links gelblich; der Streifen an und für sich sehr matt, nach unten im Spectrum etwas deutlicher.

Setzte man zu dem Verhältniss $\frac{1}{2} : 40$ die Lösung von Stokes (Eisenvitriol, Weinsäure und überschüssiges Ammoniak), so verschwand schon nach Zusatz von 10 gtts. der helle Streifen und zeigte sich deutlicher ein dunkler Streifen, als bei Schwefelammonium.

Mit Kohlenoxydgas gesättigtes Blut.

Es wurde defibrinirtes Blut mit C. O. gesättigt, das aus Oxalsäure und Schwefelsäure dargestellt war. Das C. O. wurde aus dem Gasometer durch das Blut gelassen und das Blut wiederholt geschüttelt, damit es sicher C. O. aufnehme.

C. O. Blut — destillirtes Wasser.

1 C. Cm. — : 20 zeigte einen dunklen Streifen von 62 bis 90; Verdunklung des Spectrum nach rechts.

1 C. Cm. — : 30 ein Streifen; Aufhellung des grünen Theiles des Spectrum.

1 C. Cm. — : 35 ein Streifen, Aufhellung des grünen und violetten Theiles des Spectrum, bei letzterem jedoch sehr schwach.

1 C. Cm. — : 40 C. Cm. ganz schwache Aufhellung in der Mitte des dunklen Streifens.

1 C. Cm. — : 45 C. Cm. deutlicher heller Zwischenraum zwischen den dunklen Streifen, also zwei Streifen.

Wenn man Schwefelammonium zu dem Verhältniss

1 C. Cm. Blut : 45 C. Cm. Wasser zusetzte, so veränderte sich gar nichts, es blieben beide Streifen deutlich vorhanden. Es wurden 5 bis 25 Tropfen Schwefelammonium zugesetzt, ohne dass der helle Zwischenraum geschwunden wäre. Die Verdünnung des C. O. Blutes wurde noch weiter fortgesetzt, und zwar $\frac{1}{2}$ C. Cm. Blut : 30 C. Cm. V. Deutlicher Zwischenraum, Aufhellung des Spectrum im Grün und Blau. $\frac{1}{2}$ C. Cm. : 40 C. Cm. V. sehr deutlicher heller Zwischenraum. Zu dem Verhältniss $\frac{1}{2}$: 40 wurde Schwefelammonium zugesetzt, 5, 10, 15, 20, 25 gtts., ohne dass der helle Zwischenraum geschwunden wäre; die Mischung von Stoks wurde ebenfalls zugesetzt, 5, 10, 15, 20, 25 gtts., ohne dass der helle Zwischenraum geschwunden wäre, und verdunkelte sich bei 20 gtts. das Spectrum nach rechts in violett.

Mit Leuchtgas gesättigtes Blut.

In defibrinirtes Ochsenblut wurde Leuchtgas geleitet, so wie es zu Cöln in der Gasfabrik bereitet wird; das Blut wurde wiederholt geschüttelt, damit die Sättigung möglichst vollständig statffinde.

Leuchtgas-Blut — destillirtes Wasser.

1 C. Cm. — : 20 C. Cm. zeigte einen dunklen Streifen von 61—90; das Spectrum nach rechts vollständig verdunkelt, das Grün ein ganz klein wenig sichtbar.

1 C. Cm. — : 30 C. Cm. Ein dunkler Streifen von 62 bis 88, Aufhellung des Spectrum nach rechts, und zwar des Grünen.

1 C. Cm. — : 35 C. Cm. Ein dunkler Streifen, da-

zwischen ganz schwach sichtbar ein heller; Aufhellung des Spectrum nach rechts, im Grünen und Violetten, aber letzteres schwach.

$\frac{1}{2}$ C. Cm. — : 40 C. Cm. Zwei dunkle Streifen sichtbar, doch der helle Zwischenraum noch nicht ganz deutlich; das Spectrum nach rechts aufgehellt, in Grün vollständig, in Violett nur schwach.

$\frac{1}{2}$ C. Cm. — : 30 C. Cm. Zwei sehr deutliche Streifen, der helle Zwischenraum ebenfalls sehr deutlich, etwas schmutzig grün; sonst im Spectrum nichts zu bemerken.

$\frac{1}{2}$ C. Cm. — : 40 C. Cm. Ebenso; nur der rechte Streifen etwas verschwommen, der linke deutlich; der helle Zwischenraum ganz deutlich.

Es wurde zur Verdünnung 1 : 40 und $\frac{1}{2}$: 40 Schwefelammonium zugesetzt, 5, 10, 15, 20, 25 gtts., ohne dass eine Veränderung eingetreten wäre; der helle Zwischenraum blieb bestehen. Auch die Lösung von Stokes rief keine Veränderung hervor.

Spectralanalyse von C. O. Blut, welches von einem Kaninchen entnommen war, das durch C. O. über dem Trichter vergiftet worden war. Das Blut wurde sofort nach dem Tode entnommen und defibrinirt.

C. O. Blut — destillirtes Wasser.

1 C. O. — : 20 C. O. Verdunklung des Spectrum nach rechts von 60 an.

- 1 C. O. — : 30 C. O. gleiche Verdunkelung.
- 1 C. O. — : 40 C. O. ein dunkler Streifen von 60 bis 90, geringe Aufhellung des Spectrum in Grün.
- 1 C. O. — : 45 C. O. ebenso wie 40.
- $\frac{1}{2}$ C. O. — : 25 C. O. ebenfalls noch ein Streifen, aber noch grössere Aufhellung nach rechts.
- $\frac{1}{2}$ C. O. — : 30 C. O. Ganz schwacher heller Zwischenraum im dunklen Streifen, Aufhellung des Spectrum auch in Blau.
- $\frac{1}{2}$ C. O. — : 35 C. O. deutlicher heller Zwischenraum.
- $\frac{1}{2}$ C. O. — : 40 C. O. sehr deutlich zwei Streifen von 62—85, Spectrum nach rechts vollständig aufgeheilt.

Zusatz von Schwefelammonium, 5, 10, 15, 20, 25 gtt., zu dem Verhältniss $\frac{1}{2}$:40 liessen den hellen Zwischenraum zwischen den beiden dunklen Streifen nicht verschwinden, ebenso blieben die beiden Streifen bestehen bei dem Zusatz der Stokes'schen Lösung, nur wurde durch diese das Spectrum verdunkelt, und deshalb ist die Reaction mit Schwefelammonium vorzuziehen. Nachdem das Blut 30 Stunden gestanden hatte, zeigte es noch deutliche Reaction im Spectrum auf C. O., und die Versuche ergaben dasselbe Resultat, wie vorstehender, selbst nach 3 Tagen noch.

Spectralanalyse von Leuchtgas-Blut, das von einem Kaninchen entnommen war, welches über dem Trichter durch Leuchtgas vergiftet wurde. Das Blut wurde gleich nach dem Tode entnommen.

Leuchtgas-Blut — destillirtes Wasser.

- 1 C. O. — : 20 C. O. Fin Streifen von 60—90, Spectrum nach rechts verdunkelt.

1. C. O. — : 30 C. O. Ein Streifen; Spectrum aufgehellt nach rechts in Grün und Blau.

1 C. O. — : 40 C. O. Ein Streifen von 62—85 und in der Mitte ganz schwacher heller Zwischenraum.

$\frac{1}{2}$ C. O. — : 25 C. O. Der helle Zwischenraum sehr deutlich.

$\frac{1}{2}$ C. O. — : 30 C. O. Der helle Zwischenraum noch deutlicher und die beiden dunklen Streifen ebenfalls noch sehr deutlich.

Es wurde zur Verdünnung $\frac{1}{2}$: 30 Stokes Lösung zugesetzt, gtts. 5, 10, 15; es blieben deutlich zwei Streifen, jedoch wurde das Spectrum verdunkelt, und desshalb wurde die Verdünnung $\frac{1}{2}$: 40 genommen, weil das Spectrum sich durch die Stokes-Lösung in dieser Verdünnung nicht so verdunkelte. Setzte man zu der Verdünnung $\frac{1}{2}$: 40 Stokes-Lösung gtts. 5, 10, 15, so blieben beide Streifen bestehen und der helle Zwischenraum schwand nicht. Zusatz von Schwefelammonium 5 bis 25 gtts. liessen den hellen Zwischenraum ebenfalls nicht schwinden, es blieben zwei Streifen. Schwefelammonium hat ausserdem den Vortheil, dass es das Spectrum gar nicht verdunkelt. Die Reaction auf Leuchtgas fand selbst nach drei Tagen im Spectrum noch statt.

Wenn wir also kurz das Resultat vorstehender Versuche zusammenfassen, so finden wir, dass bei normalem Blute in passender Verdünnung nach Zusatz von Schwefelammonium oder Stokes-Lösung der helle Zwischenraum zwischen den beiden dunklen Streifen schwindet, während er bei Blut, das künstlich mit C. O.

und Leuchtgas saturirt war, bestehen blieb; ebenso blieb der helle Streifen bestehen bei Blut, das von Thieren entnommen war, die mit C. O. und Leuchtgas vergiftet wurden. Die Spectralanalyse gibt uns also aus dem Blute, selbst nach mehreren Tagen nach erfolgtem Tode, genauen Aufschluss, ob Jemand durch C. O. oder Leuchtgas vergiftet ist. Die Spectralanalyse ist zwar bei beiden Todesarten ganz gleich (weil das Wirksame im Leuchtgase C. O. ist), und desshalb werden wir eine ganz absolut sichere Diagnose auf Leuchtgas-Vergiftung erst dann stellen können, wenn wir die Vergiftung durch C. O. von der Hand gewiesen haben, und dies wird durch die äusseren Umstände sehr leicht möglich sein

- 1) negativ dadurch, dass sich kein C. O. bilden konnte, durch unvollständigen Verbrennungsprozess in Oefen, die entweder schadhaft waren, oder durch die Klappe geschlossen waren, oder aus Kohlenbecken, die im Zimmer standen oder aus Holzwerk, welches verdeckt unter dem Mauerwerk glimmte, oder dergleichen mehr;
- 2) positiv durch Geruch nach Leuchtgas und Undichtigkeiten im Röhrensystem.

IV.

Welche Massnahmen hat die Sanitätsbehörde zu treffen, um die Nachtheile, welche durch das Leuchtgas hervorgerufen werden, von der organischen Welt abzuhalten?

Da die Quelle zur Vergiftung durch Leuchtgas, wie wir oben gesehen, eine sehr grosse ist, so nimmt es Wunder, dass Vergiftungen durch Leuchtgas im Allgemeinen selten vorkommen, und glaube ich, dass es folgenden Umständen zuzuschreiben ist: Erstens, weil die Räume, in denen Ausströmungen von Leuchtgas stattfinden, gewöhnlich eher mit Licht betreten werden und dann eine Explosion stattfindet, als dass durch das Einathmen Vergiftungen eintreten. Die Statistik führt auch weit mehr Explosionen als Vergiftungen auf. Zweitens wird auf das Ausströmen von Gas von den Consumenten wegen der bekannten Gefahr mehr geachtet und für die Ausbesserung der Undichtigkeiten Sorge getragen. Das durch Leuchtgas verdorbene Wasser dürfte wohl niemals für Menschen und Landthiere Quelle zur Vergiftung werden, da der unangenehme Geruch und Geschmack den Genuss von selbst verbieten würde. Dass die schlechte Reinigung des Leuchtgases für die Menschen als Hauptveranlassung zur Vergiftung aufzufassen sei, wie Christison meint, habe ich schon oben bei der Physiologie widerlegt. Es ist beim Verbrennungsprozess erörtert worden, dass das schlecht gereinigte Leuchtgas beim Verbrennen allerdings grössere Nachtheile auf die Organismen ausübt, als das gut

gereinigte, und deshalb sollen auch hier die sanitäts-
polizeilichen Massnahmen der Reinigung des Leucht-
gases besprochen werden. Hauptquelle zur Vergiftung
durch Leuchtgas sind die Undichtigkeiten des Röhren-
systems von der Retorte an bis zum Endpunkte, wo
das Leuchtgas zur Verbrennung gelangt, mit Einschluss
der aus Versehen oder Muthwillen offen gelassenen
Hähne der Brenner. Es sollen daher nicht die sani-
tätspolizeilichen Vorschriften für die Gasfabriken über-
haupt, sondern nur die uns hier interessirenden Mass-
nahmen zur Verhütung der Leuchtgasvergiftung selbst
besprochen werden. Ich will daher erörtern:

- 1) Welche Massnahmen sind zu treffen rücksicht-
lich der Undichtigkeiten des Röhrensystems.
- 2) Welche Massnahmen sind zu treffen behufs der
Reinigung des Leuchtgases.

I. Welche Massnahmen sind zu treffen rücksichtlich der Undichtigkeiten des Röhrensystems.

- a) Wie ist den Undichtigkeiten am besten vorzu-
beugen;
- b) wenn Undichtigkeiten vorhanden sind, welche
Vorsichtsmassregeln sind zu beobachten.

- a) Wie ist den Undichtigkeiten am besten
vorzubeugen.

Diese Frage findet allein ihre Erledigung in der
guten Anlage des ganzen Röhrensystems, und dazu
sind folgende Bedingungen nothwendig:

- 1) Die unter der Erde gelegenen Röhren, sowohl
Haupt- wie Abzweigungsröhren, dürfen nur aus Guss-

eisen bestehen, weil dieses der Oxydation am besten widersteht, und sind mit Theer zu bestreichen, um den Oxydationsprozess noch besser abzuhalten.

2) Die über der Erde gelegenen Abzweigungsrohren bestehen am zweckmässigsten aus Schmiedeisen, weil sie der Feuersgefahr am besten widerstehen; sehr zweckmässig sind dieselben, um den Oxydationsprozess abzuhalten, mit Oelfarbe anzustreichen, und ist der Anstrich zu erneuern, sobald er schadhafte Stellen zeigt. Röhren aus anderem Material sind wegen der oben angegebenen Gründe zu verwerfen. Unter den Kalkputz dürfen die Röhren nicht gelegt werden, weil man sie sonst zu leicht durch das Einschlagen von Nägeln etc. verletzen kann. Will man sie verdeckt legen, so bringe man in der Mauer eine Rinne an und bedecke sie durch eine hölzerne Klappe, die dann ebenso tapezirt werden kann wie das Zimmer, und man sieht ebenso wenig, als wenn das Rohr unter dem Verputz liegt. Bei Guttapercha-Schläuchen zu transportablen Flammen muss der Hahn zum Abschluss sich oberhalb des Guttapercha-Schlauches befinden; der Guttapercha-Schlauch muss mit Oelfirnisfarbe überzogen sein.

3) Die Hauptröhren sowohl, wie die Nebenleitungen, müssen eine zweckentsprechende Weite haben.

4) Die Röhren unter der Erde lege man 3 bis 5, höchstens 6 Fuss tief, um grössere Temperatur-Differenzen zu vermeiden, da durch diese das Röhrensystem sich ausdehnt und zusammenzieht, und so leicht Undichtigkeiten entstehen. Tiefer als 6 Fuss lege man die Röhren nicht, weil sonst Undichtigkeiten schwer zu finden sind, das Grundwasser stört und Ausbesserungen schwer herzustellen sind.

5) Das Röhrensystem muss ein zweckmässiges Ge-

fälle haben, damit sich die flüssigen Produkte in den Syphons ansammeln und von dort entleert werden können.

6) Die Syphons müssen stets genau geschlossen sein; das Wasser aus denselben darf nicht auf die Strasse, sondern muss in besondere Gefässe gepumpt und nach der Gasanstalt geschafft werden, damit der Geruch nicht falschen Verdacht auf Undichtigkeiten hervorruft.

7) Die Verbindung der Hauptröhren untereinander besteht am zweckmässigsten durch Vergiessen mit Blei zwischen Muffe und Rohr, nachdem man zuvor lose gesponnene und in heissen Holztheer getauchte Hanfstricke eingetrieben hat. Diese Verbindung ist fest und doch etwas elastisch.

8) Die grösseren Abzweigungsröhren schaltet man am besten durch ein T-förmiges Stück ein, und verdichtet wie ad 7. Die kleineren Ableitungsröhren vom Hauptrohr werden durch Schraubengewinde verbunden; die einzelnen Röhren untereinander durch Muffen, die ein inneres Gewinde haben.

9) Soll eine Ableitung vom Hauptrohr unterbrochen werden, so darf dies keinesfalls durch Einschlagen von Holzpfropfen in das Ableitungsrohr geschehen; das Ableitungsrohr wird entfernt, das Loch im Hauptrohr durch eine Schraube geschlossen (wenn das Hauptrohr über 6 Zoll Weite und das Ableitungsrohr unter 2 Zoll Weite hat), oder eine sogenannte Beinschelle darüber gelegt, oder eine Eindichtung gemacht.

10) Der Gasmesser der Consumenten muss, vor Beschädigungen geschützt, in einem besonderen Kasten stehen.

11) Zwischen Gasmesser und Strassenleitung muss

ein Haupthahn sein, um bei Feuersgefahr die Zuleitung nach dem Hause unterbrechen zu können. Dieser Haupthahn muss stets geschlossen sein, wenn keine Flamme im Hause brennt.

12) Sämmtliche Röhren, Ansatzstücke, Kronleuchter etc. müssen vor dem Legen auf ihre Dichtigkeit geprüft werden, wie oben angegeben ist.

13) Beim Anlegen des Röhrensystems muss jede einzelne Strecke, wenn sie fertig ist, dann das ganze Röhrensystem durch Manometerversuche (wie oben angegeben) auf seine Dichtigkeit geprüft werden.

b) Wenn Undichtigkeiten vorhanden sind, welche Vorsichtsmassregeln hat man dabei zu beobachten.

Es sind zur Aufsuchung von Undichtigkeiten die verschiedensten Instrumente erfunden und patentirt worden, doch beruhen sie sämmtlich entweder auf chemischer Reaction des Leuchtgases, oder auf Manometerversuchen.

Wir haben oben gesehen, dass der Geruch gewöhnlich zuerst das Ausströmen von Leuchtgas anzeigt. Man sehe sofort zu, ob sämmtliche Brennerhähne und der Haupthahn geschlossen sind, und wenn dies nicht der Fall, so schliesse man sie. Mit Licht darf man durchaus nicht in den Raum kommen, wo die Ausströmung stattgefunden hat, damit keine Explosion stattfindet. Nachdem man die Hähne geschlossen, öffne man sämmtliche Thüren und Fenster und schicke nach der Fabrik. Für Sachkundige sind nun folgende Methoden zum Aufsuchen der Undichtigkeiten zu empfehlen:

Vor allen Dingen das oben angegebene Verfahren der Manometerversuche, um zu sehen, ob die Undichtigkeiten vor oder hinter dem Gasometer der Consumenten sich befinden. Man bohrt dicht vor und hinter dem Gasometer in der Röhrenleitung eine sogenannte Wasserschraube und stellt in diese je ein Manometer. Schliesst man nun sämtliche Brennerhähne und öffnet den Haupthahn, so wird man aus der Differenz dieser Stände sehen, ob die Undichtigkeit in der Hausleitung oder im Hauptröhrensystem stattfindet. Die Differenz darf nicht grösser als $1\frac{1}{2}$ —3 Linien sein; so viel geht durch die Bewegung des Gasmessers verloren. Durch den Vergleich der Manometerstände vor dem Gasometer in den einzelnen Häusern wird man dann die Strecke der Undichtigkeit im Hauptröhrensystem bestimmen können. Dabei unterstützen noch Bohrungen und die Beschaffenheit der Erde und der Geruch derselben nach Leuchtgas.

Das Ableuchten der Röhrenleitung mit Licht ist vollständig zu verwerfen.

Meiner Meinung nach wäre es äusserst zweckmässig, Beamte anzustellen, die ihre bestimmten Häuser hätten, wo sie täglich einmal Manometerversuche machen müssten, ob die Leitungen dicht wären; sobald dies nicht der Fall, hätten sie der Anstalt Anzeige zu machen, die dann sofort für die Ausbesserung Sorge tragen würde.

Diese Beamten könnten ja auch täglich den Consum des Gases in den einzelnen Hausleitungen aufschreiben und durch Addition sämtlicher Verbrauchs-Quanta und Vergleich mit dem, was der Gasometer in der Anstalt als verbraucht anzeigt, würde sich auch schon ergeben, ob viel Gas verloren gegangen ist.

Allerdings würde die Anstellung dieser Beamten den Preis des Gases erhöhen, doch dürfte dies nicht zu bedeutend sein, denn ein Beamter, besonders wenn er erst in den Manometerversuchen geübt ist, wird täglich eine ziemlich grosse Anzahl Häuser controliren können.

Es finden sich nun, wie wir schon oben gesehen haben, in der Anstalt selbst zwei Orte, wo Gas ausströmt: 1) beim Oeffnen der Retorten; 2) beim Oeffnen der Reinigungskasten.

1) Sobald die Retorten geöffnet werden, muss das entweichende Gas, damit es weniger schädlich wird, sofort angezündet werden. Das Retortenhaus muss aber vor allen Dingen gut ventilirt sein, und zwar findet dies am besten durch ein sogenanntes, oben näher beschriebenes, Laternendach statt.

2) Die beim Reinigungskasten beschäftigten Personen dürfen die Hürden nicht sofort nach Oeffnung der Kasten entfernen, sondern müssen 10 bis 15 Minuten warten, bis das im Kasten angesammelte Leuchtgas entwichen ist; gleichzeitig muss der Raum, in dem die Reinigungskasten stehen, gut ventilirt sein, und darf nur mit der Davy'schen Sicherheitslampe betreten werden, um Explosionen zu verhindern. Auch in den Hausleitungen entweichen geringe Mengen von Gas, wenn die Flammen angesteckt werden. Sobald die Flammen nicht brennen, müssen sämtliche Brennerhähne und auch der Haupthahn geschlossen sein; sollen die Flammen angezündet werden, so darf der Haupthahn nur so weit geöffnet werden, als zur Speisung der Flammen nöthig ist; beim Oeffnen der Brennerhähne halte man das Licht sofort vor die Oeffnung des Brenners, damit möglichst wenig Gas ausströmt.

Die Flamme mache man nicht zu gross, da sonst leicht Gas daneben ausströmt, welches entweder gar nicht, oder doch nur unvollständig verbrennt. Diese Umstände und, wie wir oben gesehen, die Entwicklung von Kohlensäure, schwefliger Säure, untersalpetersaurem Ammoniak und hoher Temperatur machen eine gute Ventilation der Räume, in denen Gas gebrannt wird, zur absoluten Nothwendigkeit.

Dann müssen hier noch die Ausbesserungen des Hauptröhrensystems erwähnt werden. Es ist durchaus zu verwerfen, die Röhren, welche undicht sind, zu zerschlagen und dann zu beiden Seiten die Oeffnungen mit Pflöcken, die mit Lappen umwickelt sind, zu verstopfen; es strömt mit einem Male so viel Gas aus, dass dadurch schon öfter Vergiftungen vorgekommen sind; es muss die Absperrung auf beiden Seiten, ehe man das Rohr zerschlägt, durch Thier- oder Gummi- blasen, wie es oben näher beschrieben, stattfinden.

II. Welche Massnahmen sind zu treffen behufs der Reinigung des Leuchtgases.

- a) Welches Reinigungsverfahren ist zu empfehlen.
- b) Wie kann das Leuchtgas controlirt werden, ob es gut gereinigt ist.

a) Welches Reinigungsverfahren ist zu empfehlen.

Wir haben oben beim Verbrennungsprozess gesehen, dass es hauptsächlich die Schwefelverbindungen und das Ammoniak sind, welche beim Verbrennen durch Entwicklung von schwefliger Säure und unterschwefligsaurem Ammoniak der organischen Welt Nach-

theile zufügen, weniger die Kohlensäure. Es handelt sich daher darum, ein Reinigungsverfahren einzuführen, welches diese Stoffe entfernt.

Was die Schwefelverbindungen betrifft, so haben wir schon oben gesehen, dass sich der Schwefelkohlenstoff durch kein Reinigungsverfahren entfernen lässt. Es handelt sich mithin noch um den Schwefelwasserstoff, die Kohlensäure und das Ammoniak. Wir haben also zwei Säuren ($C. O_2$. und Schwefelwasserstoff) und eine Basis (Ammoniak). Wären die quantitativen Verhältnisse so, dass sich diese Körper gegenseitig sättigten, so würden wir nur kohlensaures Ammoniak und Schwefelwasserstoff-Ammoniak haben, und das Reinigungsverfahren würde sehr einfach darin bestehen, diese Salze durch Wasser auszuwaschen. Da aber nur so viel Ammoniak im Leuchtgase vorhanden ist, dass eine theilweise Sättigung stattfinden kann, so muss eine chemische Reinigung stattfinden.

Am ältesten und auch jetzt noch am meisten verbreitet ist das Reinigen mit kaustischem Kalk. Früher benutzte man in den Gasometergruben Kalkmilch, die durch Röhrenvorrichtungen stets in Bewegung gehalten wurde, doch ist man davon abgekommen und benutzt jetzt die Reinigungskasten, in denen sich Hürden befinden, auf welche der Kalk, der vorher vorsichtig gelöscht und zerkleinert werden muss, 2—3 Zoll hoch geschüttet wird. Wenn der Kalk auf die Hürden kommt, muss er noch etwas feucht sein, damit er nicht fortfliegt, und nicht zu grosse Stücke haben, damit das Gas gut durchstreichen kann und eine möglichst grosse Oberfläche erhält. Es wird nun die Kohlensäure und der Schwefelwasserstoff aufgenommen und bildet sich kohlenaurer Kalk und Schwefelcalium, ein Theil Am-

moniak wird im Kalk suspendirt. Kommt nun der Reinigungskalk an die Luft, so nimmt das Ammoniak schnell Kohlensäure aus der Luft auf, und es bildet sich kohlensaurer Kalk und Schwefelwasserstoff-Ammoniak, welches letzteres den unangenehmen Geruch hat. Wollte man also den unangenehmen Geruch verhindern, so müsste man dem Gase das Ammoniak vorher entziehen, ehe es zu dem Reinigungskasten geht. Geschieht dies jedoch nicht, so müsste man das Gas hinterher noch durch die sogenannten Cokeberge, über welche verdünnte Schwefelsäure fließt, gehen lassen, damit das Ammoniak vollständig entfernt wird.

Ferner hat man das Eisenoxyd zur Reinigung benutzt; dieses entfernt jedoch die Kohlensäure nicht, und desshalb muss noch eine Reinigung mit Kalk folgen. Der Vorgang, welcher bei der Reinigung durch Eisenoxyd stattfindet, ist folgender: Das Eisenoxyd zersetzt sich mit dem Schwefelwasserstoff, und es bildet sich Schwefeleisen, Wasser und noch etwas freier Schwefel. An der atmosphärischen Luft regenerirt sich diese Masse wieder, und es entsteht zunächst schwefelsaures Eisenoxydul und bei längerem Liegen basisch schwefelsaures Eisenoxyd. Bei dem Uebergange des Schwefeleisens in schwefelsaures Eisenoxydul scheidet sich aus dem $1\frac{1}{2}$ Schwefeleisen $\frac{1}{2}$ Aequivalent Schwefel aus. Bringt man das schwefelsaure Eisenoxyd mit dem schmutzigen Gas wieder in Berührung, so bemächtigt sich das Ammoniak des Gases der Schwefelsäure, unter Ausscheidung von Eisenoxydhydrat, und das Material wirkt wieder, wie das ursprünglich angewendete. Um das Eisenoxyd poröser und für das Gas durchgänglicher zu machen, sowie auch um die Berührungsflächen zu vergrößern, vermischt man es mit Sägespänen (Schilling

S. 59). Laming hat sehr sinnreich ein Kalksalz mit Eisenoxyd verbunden. «Durch diese Combination (Schilling S. 59) wird es möglich, nicht allein das Eisenoxyd, sondern auch das Kalksalz immer wieder durch den Sauerstoff der Luft zu regeneriren. Um das Material zu bereiten, bringt man Eisenvitriol und Aetzkalk zusammen und erzeugt daraus unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft und einiger Feuchtigkeit schwefelsauren Kalk und Eisenoxydhydrat. Der Schwefelwasserstoff des Gases bildet mit dem Eisenoxydhydrat $1\frac{1}{2}$ Schwefeleisen, die dem Eisenoxyd entsprechende Schwefelungsstufe und Wasser. Das im Gase enthaltene kohlensaure Ammoniak zersetzt sich mit dem schwefelsauren Kalk zu schwefelsaurem Ammoniak und kohlensaurem Kalk. Derjenige Theil der Kohlensäure, der nicht an Ammoniak gebunden war, sowie das Ammoniak, welches mit Schwefelwasserstoff verbunden war, bleiben im Gase zurück.»

Um das Ammoniak aus dem Gase zu entfernen, benutzt man jetzt meist eigene Waschapparate. Diese Waschapparate füllt man entweder mit kaltem Wasser, oder mit Dampf. Bei Dampf ist zwar die Berührung mit Ammoniak eine sehr innige, allein zur Aufnahme des Ammoniak muss die Condensation nachher sehr vollkommen sein. Je kälter das Wasser ist, desto mehr Ammoniak nimmt es auf; eine vollständige Resorption des Ammoniak vom Wasser findet jedoch nicht statt. Man kann sich davon auch in Cöln überzeugen, wo das Gas durch Waschapparate, welche mit Wasser gefüllt sind, geht; es enthält stets Ammoniak. Der englische Ingenieur Goldsworthy Gourney hat die Einrichtung getroffen, dass ein Wasserstrahl, ähnlich wie bei dem Waldenburg'schen Inhalationsapparate, gegen

eine kleine Platte strömt, von einem Zoll im Durchmesser, mit einem Druck von 15 Pfund auf den Quadratzoll, wodurch das Wasser zerstäubt wird und so in innige Berührung mit dem Leuchtgase kommt. Eine vollständigere Entfernung wird durch Schwefelsäure erzielt. Man kann nun das Ammoniak entweder vorher entfernen, ehe es zu den Reinigungskasten kommt, oder nachher; gewöhnlich geschieht es vorher, indem man das Gas zuvor durch Waschapparate gehen lässt, die man mit verdünnter Schwefelsäure füllt; geschieht es hinterher, so lässt man die verdünnte Schwefelsäure meist über sogenannte Coke-Berge fließen und das Gas durch diese strömen. Benutzt man Schwefelsäure, so darf das Reinigungsverfahren hinterher nicht ein Kalksalz oder das Laming'sche Pulver, sondern nur Kalk oder Eisenoxyd und Kalk sein. Wenn man auch die Erfahrung gemacht hat, dass dem Leuchtgase durch das viele Waschen, und besonders mit verdünnter Schwefelsäure, Leuchtkraft entzogen wird, so ist dies kein Grund, dass die Sanitätsbehörde nicht dafür sorgen dürfte, die Waschapparate mit verdünnter Schwefelsäure einzuführen, damit dem Leuchtgase der Ammoniakgehalt vollständig entzogen werde.

Aus Vorstehendem ersehen wir also, dass die Reinigung mit kaustischem Kalk und hinterher mit verdünnter Schwefelsäure jedenfalls ein Gas liefert, welches beim Verbrennen die geringsten Nachtheile auf die organische Welt ausübt.

b) Wie kann das Leuchtgas controlirt werden, ob es gut gereinigt ist.

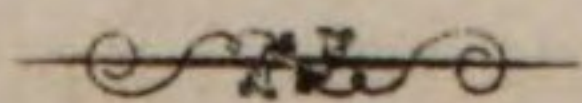
In Paris wird das Leuchtgas täglich auf Schwefelwasserstoff untersucht (Journal für Gasbeleuchtung V.

S. 31). Zu diesem Zwecke geht ein Brenner durch eine horizontal liegende Platte, über welche eine Glasglocke gestürzt wird; in die Glasglocke ist ein Bleirohr eingesetzt, durch welches das Gas abgeleitet wird, vielleicht in eine Esse. Man bereitet nun, um auf Schwefelwasserstoff zu untersuchen, Reagenspapier mit essigsaurem Bleioxyd (1 Thl. auf 100 Wasser) und bringt dasselbe angefeuchtet beim Versuch unter die Glocke, durch welche man eine Viertelstunde lang Gas strömen lässt; das Papier zeigt, wenn es sich bräunt oder schwärzt, die Gegenwart von Schwefelwasserstoff an.

Auf Ammoniak wird das Gas in Paris nicht untersucht; doch scheint mir auch dies aus den beim Verbrennungsprozess erörterten Gründen nothwendig zu sein. Die Untersuchung auf Ammoniak geschieht ganz auf dieselbe Weise, wie auf Schwefelwasserstoff, nur bedient man sich dazu des rothen Lakmuspapiers oder der oben beim Verbrennungsprozess zur Erkennung des Ammoniak erwähnten Reagentien.

Es würde natürlich Sache der Verwaltungsbehörden sein, sämtliche sanitätspolizeilichen Massnahmen contractlich aufzuzeichnen, von der Gasfabrik unabhängige Personen zu besolden, welche die Vorschriften kontrolliren und bei vorgefundenen Mängeln der Verwaltungsbehörde Meldung machen; letztere hätte dann die durch Contract festgesetzten Strafen zu verfügen.

Ich bin überzeugt, dass bei diesen sanitätspolizeilichen Vorschriftsmassregeln gewiss noch seltener Vergiftungsfälle durch Leuchtgas vorkommen würden, als es bis jetzt der Fall gewesen ist.



Kirchhoffer, Julius Friedrich

Ueber die Vergiftung durch Leuchtgas dargelegt durch Experimente mit
besonderer Berücksichtigung der Mikroskopie und Spectralanalyse

Herisau 1868

Path. 679 q

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10472937-9